Webers Naturwissenschaftliche Bibliothek

№ 10

Der Bau der Vögel

von

William Marshall.

M. 7.50

Leipzig, Verlag von J. J. Weber.

VERLAG U. BUCHHANDL.
NATURWISS. U. MATHEMAT.
BERLIN W. 15

Smithsonian Institution

Libraries

Alexander Wetmore

1946 *Sixth Secretary* 1953

Alex Wetmore

HP262.34

Webers Naturwissenschaftliche Bibliothek.

Erster Band:

Die Vorfahren der Säugetiere in Europa.

Von Albert Gaudry. Aus dem Französischen übersetzt von William Marshall. Mit 40 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis in Original-Leinenband 3 Mark.

Inhalt:

Geschichtliches über die Fortschritte der Paläontologie. — Entwickelung und Darwinismus. — Der phylogenetische Zusammenhang der Säugetiere in den geologischen Zeitaltern. — Pikermi. — Über das Licht, welches die Geologie auf einige Punkte in der Geschichte des alten Athens zu werfen im stande ist. — Leberon.

Zweiter Band:

Die Bakterien.

Von Dr. W. Migula. Mit 30 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis in Original-Leinenband 3 Mark.

Inhalt:

Was sind Bakterien? — Die Entwickelung der Lehre von den Mikroorganismen. — Naturgeschichte der Bakterien. — Morphologie und Entwickelungsgeschichte. — Die Formen der Bakterien. — Wachstum, Teilung, Sporenbildung, Sporenkeimung. — Lebenserscheinungen und Lebensbedingungen. — Vorkommen und Verbreitung der Bakterien in der Natur. — Die Untersuchungsmethoden. — Die Nährsubstrate. — Die Herstellung von Reinkulturen. — Hilfsmittel zur mikroskopischen Beobachtung. — Systematik der Bakterien. — Pathogene Bakterien. — Chromogene Bakterien. — Zymogene Bakterien. — Die Beziehungen der Bakterien zur belebten und unbelebten Natur. — Fäulnis und Gärung. — Die ansteckenden Krankheiten. — Die Bakterien im Haushalte der Natur.

Dritter Band:

Die Sinne und Sinnesorgane der niederen Tiere.

Von E. Jourdan. Aus dem Französischen übersetzt von William Marshall. Mit 48 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis in Original-Leinenband 4 Mark.

Inhalt:

Kurze Übersicht über den allgemeinen Bau der Organismen. — Irritabilität, Sensibilität, Sinnesorgane. — Das Gefühl. — Der Geschmack. — Der Geruch. — Das Gehör. — Das Gesicht.

Jeder Band ist einzeln zu haben.

Webers Naturwissenschaftliche Bibliothek.

Vierter Band:

Geschichte der Physik.

Von Dr. E. Gerland. Mit 72 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis in Original-Leinenband 4 Mark.

Inhalt:

Einleitung. — Geschichte der Naturwissenschaften im Altertum. — Die Geschichte der Physik im Mittelalter. — Geschichte der Physik in der neuen Zeit.

Fünfter Band:

Die geographische Verbreitung der Tiere.

Von E. L. Trouessart. Aus dem Französischen übersetzt von William Marshall. Mit 2 Karten.

Preis in Original-Leinenband 4 Mark.

Inhalt:

Einleitung. — Die arktische und antarktische Region. — Die paläarktische und die neoarktische Region. — Die orientalische und die äthiopische Region. — Die neotropische und die australische Region. — Verbreitungsmittel der Tiere. Faunen-Charaktere der verschiedenen zoologischen Regionen. Graphische Methoden. — Geographische Verteilung der Tiere: Landtiere; Süsswassertiere; Vögel; Seetiere. — Verteilung nach der Höhe und Tiefe. — Beziehungen zwischen Paläontologie und Zoogeographie.

Sechster Band:

Allgemeine Meereskunde.

Von Johannes Walther. Mit 72 in den Text gedruckten Abbildungen und einer Karte.

Preis in Original-Leinenband 5 Mark.

Inhalt:

Zur Geschichte der Meereskunde. — Die Tiefe des Meeres. — Veränderungen der Meerestiefe. — Die Fläche des Meeres. — Wellen und Brandung. — Die Abrasion. — Tektonische Veränderungen der Meeresbecken. — Temperatur des Wassers. — Treibeis und Eisberge. — Die Farbe des Meeres. — Der Salzgehalt. — Zirkulation und Strömungen. — Die Organismen des Meeres. — Die Meerespflanzen. — Die Fauna der Flachsee. — Die Tiere des Plankton. — Die Korallenriffe. — Die Bewohner der Tiefsee. — Die Wirbeltiere des Meeres. — Die Sedimente der Flachsee. — Die Sedimente der Tiefsee. — Vulkanische Inseln. — Inselleben. — Landengen und Meerengen. — Geschichte des Meeres.

Jeder Band ist einzeln zu haben.

Webers Naturwissenschaftliche Bibliothek.

Siebenter Band:

Die leuchtenden Tiere und Pflanzen.

Von Henri Gadeau de Kerville. Aus dem Französischen übersetzt von W. Marshall. Mit 27 in den Text gedruckten Abbildungen und einem Titelbild.

Preis in Original-Leinenband 3 Mark.

Inhalt:

Einleitung. — Geschichtliche Übersicht. — Thalophyten, Moose und Phanerogamen. — Urtiere. — Coelenteraten. — Echinodermen. — Würmer. — Gliederfüsser. — Weichtiere. — Molluskoiden. — Manteltiere. — Wirbeltiere. — Anatomie und Physiologie der leuchtenden Organe und über die bei Pflanzen und Tieren vorkommenden Leuchterscheinungen. — Naturphilosophisches. — Über die Verwendung des von lebenden Wesen ausgestrahlten Lichtes. — Hauptsächliche Schlussfolgerungen. — Litteratur.

Achter Band:

Vergleichende Pflanzenmorphologie.

Von Dr. E. Dennert. Mit über 600 Einzelbildern in 506 Figuren.

Preis in Original-Leinenband 5 Mark.

Inhalt:

Einleitung. — Anatomische Vorbemerkungen. — Die Wurzel. — Der Spross. — Das Blatt. — Die Sprossachse (der Stengel). — Die Blüte. — Die Frucht. — Der Samen. — Die Anhangsgebilde. — Register.

Neunter Band:

Planetographie.

Von Dr. O. Lohse. Mit 15 in den Text gedruckten Abbildungen.

Preis in Original-Leinenband 3 Mark 50 Pf.

Inhalt:

Beobachtungen der Planeten. — Jupiter. — Saturn. — Neptun. — Uranus. — Erde. — Venus. — Mars. — Mercur. — Die kleinen Planeten. — Die Meteoriten. — Bahnen der grossen Planeten, bezogen auf die Erdbahn. — Die Bahnen der Monde.

Jeder Band ist einzeln zu haben.

Z-7

Der Bau der Vögel.

QL
697
M36
Birds

DER

BAU DER VÖGEL

VON

WILLIAM MARSHALL

MIT 229 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN

LEIPZIG

VERLAG VON J. J. WEBER

1895

Alle Rechte vorbehalten.

Vorrede.

Seit Jahren bin ich von Zuhörern und befreundeten Ornithologen angegangen worden, eine gemeinverständliche nicht zu umfangreiche Beschreibung des Baues der Vögel herauszugeben. Man motivierte diese Wünsche damit, dass ja zwar genug zusammenfassende Werke über die Organisation der Vögel vorhanden seien, aber einerseits wären sie veraltet, wie das von Tiedemann, anderseits müsse man zu viel in den Kauf nehmen, was für einen Ornithologen nur wenig Interesse habe, da die Vögel in den betr. Werken mit den anderen Wirbeltieren zusammen, wie bei Wiedersheim, abgehandelt seien. Von anderen Werken hiess

es wieder, sie seien zu umfangreich, zu kostspielig und sie erforderten zu viel gelehrte Vorkenntnisse.

Ich habe, indem ich versuchte diesen Wünschen gerecht zu werden, auf den folgenden Seiten nach Möglichkeit alle Kontroversen vermieden, die wohl für den vergleichenden Anatomen von Fach, aber weniger für den Ornithologen von Belang sind, der sich bloss über den Bau seiner Lieblinge orientieren will. Danach will das einfache Buch beurteilt sein.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 3

I.

Das Skelett 9

II.

Die Muskulatur 101

III.

Nervensystem und Sinnesorgane 119

IV.

Haut und Hautgebilde 156

V.

Verdauungsorgane 264

VI.

Atmungswerkzeuge 338

VII.

Seite
Das Blut und der Zirkulationsapparat 375

VIII.

Harn- und Geschlechtswerkzeuge 385

Nachträge und Zusätze 449
Autoren-Register 458
Sach-Register 460

Der Bau der Vögel.

Einleitung.

Die merkwürdige Organisation der Vögel, die eine der am besten charakterisierten und am schärfsten umschriebenen Ordnungen des Tierreichs bilden, lässt sich in fast allen ihren Einzelheiten aus der funktionellen und morphologischen Umbildung der vorderen Extremität, die aus einem Lauforgane, einem Fuss zu einem Flugorgane, einem Flügel geworden ist, erklären und verstehen.

In Wechselwirkung oder in Korrelation mit dieser Umbildung hat der Vogel die Zähne verloren, dafür sind die Kiefer mit Hornscheiden überzogen, die als Schnabel zusammen mit dem in hohem Grade beweglichen Hals gewisse Funktionen einer vorderen Extremität, die diese, sobald sie anfing Flügel zu werden, einbüssen musste, übernommen haben. Epidermoidalgebilde zu Federn umgestaltet, die in ihrem Einzelbau und in ihrer Gesamtheit als Federkleid zu dem Flugvermögen in die innigsten Beziehungen treten, — die so höchst eigentümliche Bauart der Respirationsorgane und der ganze Respirationsmechanismus, — viele Einzelheiten im Bau der Eingeweide und der Sinnesorgane, — die Eigentümlichkeiten

des Zirkulationsapparates und des Blutes, die die Vögel als sogenannte warmblütige Tiere *par excellence* erscheinen lassen, — sie alle sind mit und infolge der Modifikation der vorderen Extremitäten erworben und ausgebildet worden. Der Vogel als Lufttier muss sparsam gebaut sein, der Körper muss ein leichtes Gestell haben und überall so eingerichtet sein, dass die Entfernung der Lasten vom Hauptdrehpunkt möglichst gering ist, d. h. mit anderen Worten: alle schwereren Organe müssen möglichst zentral liegen und die äusseren möglichst leicht gebaut sein. Es ergiebt sich hieraus, dass unter Umständen innere Organe die unumgänglich nötigen Funktionen äusserer mit übernehmen müssen, und dies sehen wir z. B. im Verdauungsapparat wirklich zur Ausführung gebracht, indem hier der Magen die Funktionen der Zähne übernahm, hierdurch wurde der Kopf nicht nur direkt erleichtert, es wurde auch indirekt an seiner Masse gespart, denn mit dem Wegfall der Zähne konnten auch eine ganze Reihe Muskeln teils vollständig verschwinden, teils sehr reduziert werden, was wiederum eine geringere Entwickelung des Kopf- und Halsskeletts, da nur geringe Ansprüche an Insertionsflächen gemacht wurden, zur Folge haben musste.

Ein jedes höher differenzierte Tier braucht, um seine Kräfte äussern zu können, Muskeln, und diese ihrerseits ein Skelett, das fest genug sein muss der Muskelwirkung als Stütze zu dienen, und um so fester, je anhaltender und energischer diese Muskelwirkung ist. Für die Vögel aber als Flugtiere war es von vornherein gewissermassen ein Postulat, dass einerseits die Körpergrösse im Verhältnis nicht zu bedeutend war, dass aber anderseits das Skelett

dergestalt modifiziert erschien, dass es bei grösstmöglicher Leichtigkeit zugleich möglichst fest und elastisch war und den Muskeln möglichst umfangreiche Ursprungsstellen bieten konnte. Grosser und anhaltender Aufwand von Kraft ist seinerseits nur bei schnellem und energischem Stoffwechsel möglich, verlangt also eine entsprechende Nahrungszufuhr und diese fordert wiederum, damit sie gehörig verwertet werde, gewaltige Respirationsorgane und eine rasche Respiration. Alle Prozesse des vegetativen Lebens nehmen beim Vogel einen raschen Verlauf, wobei sich bedeutende Wärme entwickelt, die aber nicht nach aussen abgegeben, sondern als Eigenwärme aufgespeichert wird. Zur Aufbewahrung dieser ziemlich konstanten, nur zwischen ganz geringen Grenzen schwankenden Eigenwärme dient nicht wie z. B. bei den Säugetieren im wesentlichen Fett, das würde zu sehr ins Gewicht fallen, nein, — es ist ein solches Verfahren getroffen, dass nicht nur die Wärme einfach aufbewahrt wird, dass vielmehr gerade hiermit noch besonders den Körper erleichternde Momente in Wirksamkeit treten, indem die Rolle des Fettes der Säugetiere beim Vogel grösstenteils von Lufträumen übernommen ist, die zwischen dem Gefieder über der Haut auftreten können oder gar unter der Haut vorhanden sind.

Wir sehen, wie sich beim Vogel, infolge des Fluges und in Wechselwirkung mit ihm, ein leichtes Skelett mit grossen Flächen entwickelt hat; wie besonders die (zentripetal angeordneten) Brustmuskeln, als Beweger der vorderen Extremitäten, sehr umfangreich geworden sind; wie infolge sehr lebhaften Nahrungsbedürfnisses und regen Stoffwechsels die Respirationsorgane zu einer enormen

Ausbildung gediehen sind und wie die Temperatur des Blutes bei einem hohen Prozentsatze roter Blutkörperchen in bedeutendem Grade gesteigert ist. Wir sehen aber auch weiter, dass die Verdauungsorgane vielfache Modifikationen erfahren haben, und wie zur raschen Assimilierung der reichlich eingenommenen Nahrung und zu ihrer möglichst schnellen Verwertung die Verdauungsflüssigkeit eine eminent scharfe ist.

Oft sind es scheinbare Kleinigkeiten, geringfügige Organe, welche sich bis zum Verschwinden rückgebildet haben, aber die Summe dieser an und für sich kleinen Teile würde doch eine nicht unansehnliche Gewichtsmenge bilden, die der Vogel zu seinem grösseren Vorteile vermisst und infolge der veränderten Leistung gewisser Organe auch vermissen kann: es fehlen die Schweissdrüsen, — die noch bei Reptilien oft so ansehnlich entwickelten Speicheldrüsen sind sehr reduziert, zumteil verschwunden, — es fehlt ein Reservoir, in dem sich das Sekret der Nieren ansammelt, eine Harnblase, — der Harn selbst ist ungemein konzentriert, — der Vogel braucht wenig Wasser aufzunehmen: alles Faktoren, die für das Zustandekommen grösserer Körperleichtigkeit nicht zu unterschätzen sind. Die Geschlechtsorgane, der Natur der Sache nach im weiblichen Geschlechte umfangreicher entwickelt als im männlichen, sind hier einseitig obliteriert, die eine Seite und zwar die linke funktioniert für beide Hälften des ursprünglich paarig angelegten Organs. Auch die Eier werden einzeln und in Pausen in einem so frühen Entwickelungsstadium abgelegt, dass sie dem mütterlichen Organismus gar nicht, oder doch nur auf kurze Zeit

hinderlich sind. Mit dem Flugvermögen lässt sich das zur Welt bringen lebender Jungen nur unter gewissen Bedingungen denken, die wir bei Fledermäusen zwar treffen, die sich aber mit der Lebensweise eines Vogels schlechterdings nicht vereinigen lassen, obwohl zugegeben werden kann, dass für einen betreffs seines Flugvermögens im höchsten Grade und seit langer Zeit rückgebildeten Vogel das Gebären lebender Jungen nicht gerade undenkbar wäre. Ja, es ist sogar nicht unwahrscheinlich, dass die Gewohnheit, Eier zu legen, erst von den Vögeln wieder neu erworben wurde, denn wir wissen, dass eine Anzahl ihrer reptilienartigen Ahnen *(Compsognathus, Morosaurus)* lebendige Junge zur Welt brachten.

In der Organisation der Vögel ist das Problem gelöst, wie mit einer möglichst geringen Körpermenge eine möglichst hohe Kraft verbunden sein kann, und zwar ist dieses Problem in einer Art gelöst, wie wir sie nur bei gewissen Insekten, speziell bei den Abendschmetterlingen, ähnlich wiederfinden. Es ist überraschend zu sehen, in wie hohem Grade bei so himmelweit verschiedenen Tieren, wie bei einem Vogel und einem Schmetterling, gleiche Lebensweise, gleiche Anpassungserscheinungen herbeigeführt hat. Beide sind Flug- und Lufttiere in einer kaum zu übertreffenden Art und Weise, bei beiden wird ein pfeil- oder bolzenförmiger Körper, der der zu durchschneidenden Luft einen möglichst geringen Widerstand leistet, von sehr in der Länge, gering in der Breite entfalteten Flügeln (Ober- und Unterflügel des Insektes wirken als Ganzes) bewegt, die ihrerseits wieder von einem kolossal entwickelten, zentral gelegenen Muskelapparate in Thätigkeit gesetzt werden, —

beide zeigen im Bau ihrer Respirationsorgane bedeutsame Analogien, und wenn auch gewiss bei dem ausgebildeten Schmetterling, als einem, dem Vogel gegenüber, kurzlebigen Geschöpf, das Nahrungsbedürfnis gering ist, so dürfte doch der Stoffwechsel immerhin ein reger sein, denn auch die Schmetterlinge, namentlich die Abendfalter, haben eine bedeutende Eigenwärme, — in der aufgeschlitzten Brust eines Windigs *(Deilephila convolvuli)* sah Breyer das Thermometer von 17 Grad (Lufttemperatur) auf 27 Grad steigen.

Die Hauptpunkte nun, die einen Vogel charakterisieren, können wir in folgende Worte zusammenfassen: Die Vögel sind Wirbeltiere, bei denen sich die vorderen Extremitäten zu Flugorganen umbildeten; demzufolge wurden sie warmblütig, ohne lebendig gebärend zu werden, und ihre Haut bildete ein Federkleid.

I.

Das Skelett.

Wenn wir zunächst das Knochensystem der Vögel betrachten, so können wir konstatieren, dass bei keinem Vogel eine Hautverknöcherung als bleibende Bildung vorkommt. Die Knochen des eigentlichen Skeletts zeichnen sich durch grosse Festigkeit und Härte, sowie durch einen bedeutenden Reichtum an Kalksalzen aus. Die einzelnen Stücke, aus denen Knochen sich zusammensetzen, verschmelzen vollkommen und in noch sehr jugendlichem Alter, woher es auch in erster Linie rührt, dass kein Vogel so gewaltige Dimensionen hat erlangen können, wie etwa unter den Säugetieren die Elefanten oder Walfische. Die Lebensweise des Vogels bringt es mit sich, dass er bald fertig sein muss; er hat nicht lange Zeit zu wachsen, da er in diesem Falle nur einen sehr kläglichen Kampf ums Dasein kämpfen würde. Es widerspricht dem nicht, dass gerade diejenigen Vögel, welche, wie die Strausse, grösser und gewichtiger sind, langsamer wachsen und des Flugvermögens entbehren. Es ist durchaus nicht unwahr-

scheinlich, dass die Ahnen der Strausse, falls sie, was doch wohl anzunehmen ist, fliegen konnten, kleiner als ihre Enkel waren und dass diese mit der Einbusse des Flugvermögens in die Lage kamen eine ansehnlichere Körperlichkeit als ihre Vorfahren entwickeln zu können. Nur unter ganz besonders günstigen Umständen und unter Ausschluss der Konkurrenz grösserer Säugetiere und der Menschen konnten sich so gigantische Formen bilden, wie die Moas auf Neuseeland, und wir sehen, dass diese dem Menschen nicht gewachsen waren und bald nach seinem Auftreten auf den Inseln von ihm verdrängt wurden.

Die merkwürdigste auf das Flugvermögen zurückführbare Eigentümlichkeit des Vogelskeletts ist seine Lufthaltigkeit, seine Pneumatizität. Diese, dem alten Staufenkaiser Friedrich II. schon bekannte Eigenschaft ist in der Vogelreihe sehr verschieden entwickelt, am meisten bei den Fliegern und um so mehr, je besser sie fliegen, und fehlt nur dem flügellosen Kiwi-Kiwi *(Apteryx)* vollkommen. Alle Knochen des Skeletts, mit einziger Ausnahme des Jochbeins, können lufthaltig sein, am häufigsten sind es die Knochen der Schädelkapsel, das Oberarm- und das Brustbein, seltener der Oberschenkelknochen und noch seltener die Knochen des Unterarms und des Unterschenkels. Bei den Nashornvögeln und den Pelikanen sind indessen sogar die kleinen Knöchelchen der Zehen lufthaltig. Die meisten unserer einheimischen Vögel, besonders die kleinen Singvögel haben lediglich pneumatische Schädelknochen, allenfalls ist noch das Brustbein in dieser Art ausgezeichnet. Dass das Skelett der nicht fliegenden Strausse sehr lufthaltig ist, darf uns nicht bestimmen, den Zusammenhang

von Pneumatizität und Flugvermögen in Frage zu stellen. Eine so praktische Erwerbung, wie gerade die Pneumatizität, wird sich bei den Straussen nicht rückgebildet haben. Was diese Vögel einmal an Leichtigkeit des Knochengestells gewonnen hatten, kam ihnen auch als Läufern zu gute und hätte, wenn es verschwunden wäre, eine entsprechend höhere und unbequemere Entfaltung des Muskelsystems, gesteigertes Nahrungsbedürfnis u. s. w. zur notwendigen Folge gehabt. Es ist die Thatsache, dass das Skelett der Strausse pneumatisch ist, gerade einer der Gründe mit, die mich veranlassen, in den Ratiten keine besondere, gewissen Reptilien nahestehende, niedere Vogelgruppe zu erblicken, sondern ein Sammelsurium rückgebildeter Formen, deren Ähnlichkeiten auf durch diese Rückbildungen hervorgerufene Analogien, aber keineswegs auf Homologien beruhen.

In die Schädelknochen gelangt die Luft durch die Nasenhöhle, die eustachische Trompete und die Trommelhöhle, in alle anderen Knochen durch merkwürdige Anhänge der Lunge, die sogen. Luftsäcke. Daher redet Fürbringer von einer nasalen, tympanalen und pneumonalen Pneumatizität. Die ersteren beiden Arten sind auch bei Säugetieren weitverbreitet, die letztere findet sich ausser bei Vögeln nur noch bei einigen fossilen Reptilien. An einem frischgetöteten, geeigneten Vogel, z. B. einer Gans, können wir, wenn derselbe nur keine perforierende Verwundung erlitten hat, von der Luftröhre aus das ganze System der Luftsäcke aufblasen, wir können aber auch umgekehrt vom Oberarmknochen aus, nachdem wir ihn durchschnitten haben, die Luft durch die Lungen bis in

die Luftröhre blasen und auf diese Art unter Umständen die Stimme des toten Vogels erwecken. Alle Knochen, in die Luftsäcke treten, haben eigentümliche Löcher zur Aufnahme derselben, die sogen. Luftporen. Die Knochen der ganz jungen Vögel zeigen diese Eigentümlichkeit noch nicht; bei ihnen tritt der im Entstehen begriffene Luftsack zunächst nur an die äussere Knochenhaut, allerdings immer an bestimmte Stellen, verschmilzt mit ihr und binnen kurzer Zeit entwickelt sich an diesem Verschmelzungspunkt eine besondere, faserige Substanz, die weiter wuchernd die feste Knochensubstanz an der Stelle durchbricht, wo später in der Knochenwand des ausgewachsenen Vogels das Luftloch zu liegen kommt. Bei der weiteren Entwickelung des Luftraumes stülpt sich der Lungensack blinddarmartig in den betr. Knochen ein, wobei er teils schon vorhandene Gänge und Lücken benutzt und ihnen folgt, teils aber auch Knochenmark, das dem jungen Vogel keineswegs fehlt, und selbst schon bestehendes Knochengewebe zum Schwund bringt. Wir müssen als Vorbedingung dieser Resorption eine Ernährungsstörung annehmen, welche auf einer Verengung der Ernährungskanäle des Knochens beruht und zunächst teilweise zu einem Zwischenstadium führt, in welchem das Mark noch nicht verschwunden ist, aber seine charakteristischen Eigenschaften eingebüsst hat und schleimig erscheint.

Wenn es auch von vornherein bei der relativen Kleinheit und der Hohlheit der Vogelknochen nicht zu erwarten ist, dass wir in ihnen etwa in so ausgesprochener Weise, wie bei den Säugetieren, eine den Gesetzen der Statik folgende Anordnung des inneren Knochengewebes, der Spongiosa,

finden werden, so sehen wir doch, dass auch bei den Vögeln in einzelnen Fällen, wenn eine besonders wohl entwickelte Spongiosa auftritt, die Bälkchen derselben sich gesetzmässig nach dem dauernden Einfluss von Druck und Zug anordnen, wie es namentlich an den überaus spongiösen Schnabelknochen der Pfefferfresser und Nashornvögel leicht erkennbar, aber auch in den Armknochen der meisten Vögel nachweisbar ist.

Die Knochen der Vögel zeichnen sich vor denen der Säugetiere namentlich auch durch grössere Weisse aus: wenn von einzelnen Vögeln, namentlich von einer Rasse des Haushuhns (dem sogen. *Gallus morio* von Ceylon) berichtet wird, dass sie schwarze Knochen haben, so ist diese auffallende Färbung gewiss keine Eigentümlichkeit des eigentlichen Knochengewebes, sondern wohl nur auf die Knochenhaut beschränkt und dürfte auf einer merkwürdigen, mit der dunklen Haut- und Federfärbung in Korrelation stehenden Pigmententwickelung beruhen. Unerwähnt soll nicht bleiben, dass der Mensch unter gewissen Voraussetzungen in der Lage ist, die Knochen eines lebenden Vogels künstlich zu färben, — wenn er nämlich der Nahrung desselben die geeignete Quantität Krapprot zusetzt, so färbt sich nicht etwa bloss die Knochenhaut, sondern in Wahrheit, z. B. bei jungen Tauben, das ganze Knochengewebe intensiv rosa. Es sei beiläufig bemerkt, dass nicht Duhamel (1742), wie das allgemein behauptet wird, der erste war, der dies beobachtete, sondern ein alter seeländischer Arzt, Lemnius, der schon 1564 erwähnt, dass die Knochen von Tieren, die mit Krappkraut anhaltend gefüttert worden wären, rot würden. —

Die Auflösung der Wirbelsäule ist, abgesehen von einem präsakralen und einem postsakralen Abschnitt, ziemlich willkürlich. Wie sehr die Gesamtzahlen schwanken, ergiebt sich aus der folgenden Tabelle:

Gesamtzahl der Wirbel.

Vogelgruppe:	Minimum	Maximum	Häufigste Zahl
Raubvögel	36	41	36
Singvögel	35	42	36
Langhänder		38	
Kuckucksvögel	36	40	36
Spechte	37	39	37
Papageien	38	39	39
Tauben		40	
Hühner	37	41	40
Entvögel	43	56	45
Schwan		56	
Flamingo		44	
Storchvögel *(Ciconiae)*	44	46	45
Wadvögel *(Grallatores)*	39	47	39
Scharrer	44	47	44
Möwenvögel	39	40	
Taucher	43	44	46
Pinguine	41	44	42

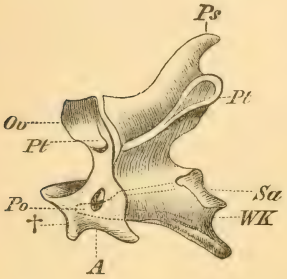
NB. Der Endkörper der Wirbelsäule ist immer nur als ein Wirbel gerechnet.

Indem wir zu einer speziellen Betrachtung der einzelnen Teile des Skeletts und zunächst der Wirbelsäule übergehen, müssen wir zugeben, dass, obwohl dieselbe sich durch zahlreiche (siehe die Tabelle auf gegenüberstehender Seite) wohlverknöcherte Wirbel auszeichnet, sie doch eine viel geringere Gliederung als bei den Säugetieren und den meisten Reptilien besitzt. Während sie bei diesen in fünf mehr oder weniger wohl gesonderte Regionen — die als Hals-, Brust-, Lenden-, Becken- und Schwanzwirbel in oft hohem Grade beweglich sind — zerfallen ist, sehen wir, dass beim Vogel eigentlich nur drei Regionen entwickelt sind, nämlich eine Hals-, Schwanz- und Rumpfregion, in welch letzterer Brust-, Lenden- und Beckenwirbel ein fast unbewegliches Ganze bilden. Es ist nicht schwer nachzuweisen, dass auch diese Eigentümlichkeit ein Resultat der erworbenen Flugfähigkeit ist. Der beweglichste Teil der Wirbelsäule ist der Hals, der, wie wir entwickelten, hier zusammen mit dem Schnabel gewisse Leistungen übernommen hat, zu denen die in Flügel umgewandelten, vorderen Extremitäten nicht mehr im stande waren.

Während die Zahl der Halswirbel bei den Säugetieren eine so ungemein konstante ist (7), schwankt sie bei den Vögeln ausserordentlich von 8—23; in der Regel ist hier die grössere Zahl mit grösserer Länge des Halses verbunden, während unter den Säugetieren die Giraffe nicht mehr Halswirbel besitzt, als die Hausmaus. Bei den Vögeln ist die Zahl derselben häufig auch individuellen Schwankungen unterworfen, so kann der eine Schwan 23 Halswirbel besitzen, während sein Bruder deren bloss 22 hat. Sehr zur Beweglichkeit des Kopfes auf dieser

Wirbelsäule trägt es bei, dass sich am Hinterhauptsbein, wie bei den Reptilien, nur ein runder Gelenkhöcker unterhalb des Hinterhauptsloches befindet, der mit dem Vorderende der Wirbelsäule ein vollständiges, äusserst bewegliches Kugelgelenk darstellt.

Der erste Halswirbel, der Atlas, ist klein, ringförmig und sein Lumen ist durch ein queres Band, das bisweilen verknöchern kann, in zwei Abschnitte zerlegt: durch den oberen verläuft das Rückenmark, in dem unteren spielt der Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels, der auch hier von dem zur selbständigen Beweglichkeit gelangten und mit dem Körper des zweiten Wirbels verschmolzenen Körper des Atlas gebildet wird. Nicht selten haben die Halswirbel verkümmerte Dornfortsätze und sind vorn oft derart ausgehöhlt, dass auf der Vorderseite besonders des mittleren Abschnittes des knöchernen Halses eine Rinne verläuft.

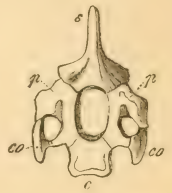


Die beiden ersten Halswirbel (Atlas und Epistropheus) vom Grünspecht.

Oo oberer — *A* unterer Atlasbogen — † Gelenkgrube des letzteren zur Verbindung mit dem Hinterhaupte — *Po* Zahnfortsatz des Epistropheus (mittlerer Körper des Atlas) — *WK* Körper des Epistropheus — *Sa* Hinteres Sattelgelenk — *Pt* Quer- — *Ps* oberer Dornfortsatz desselben. Nach Wiedersheim.

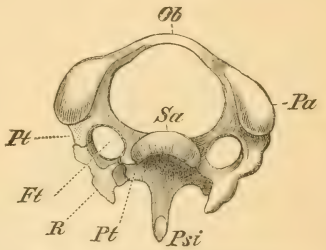
Die Halsrippen sind kurz, rudimentär und als nach unten und hinten gerichtete Yförmige Stachelfortsätze mit den Wirbelkörpern und ihren Querfortsätzen dergestalt verwachsen, dass eine Reihe von Ringen zu stande kommt, die in ihrer Kontinuität jederseits entlang des Halses einen

Kanal bilden, in dem die grosse Halsschlagader und der Halsteil des *Nervus sympathicus* verläuft. Es ist deutlich, dass beide Organteile auf diese Weise wesentlich geschützt werden, — eine Anpassung, deren Ursache in der Länge und Beweglichkeit des Halses zu suchen ist, denn die Gefahren des Druckes auf Blutgefäss und Nerv würden ohne Anwesenheit dieses Kanals sehr bedeutend sein. Die Wirbel verhalten sich in den verschiedenen Abschnitten des Halses etwas verschieden: sie sind zwar alle sehr beweglich gegen einander in Folge davon, dass sie an ihrer vordern bez. oberen Fläche ausgeschweift und an ihrer hintern bez. untern der Ausschweifung ihres Nachfolgers entsprechend gewölbt sind, aber diese in einander spielenden Konkavitäten und Konvexitäten sind nicht rund, sie haben vielmehr einen Längs- und einen Quermesser, die in den verschiedenen Halsregionen in ihrer Lage differieren, und zwar so, dass im vordersten und hintersten Teile die Beweglichkeit mehr nach vorn, im mittelsten mehr nach hinten Spielraum hat, — ein



Halswirbel vom Grauen Geier.

c Körper — *p* Bogenstück — *s* Dornfortsätze — *co* Rippenrudimente. Nach Gegenbaur.

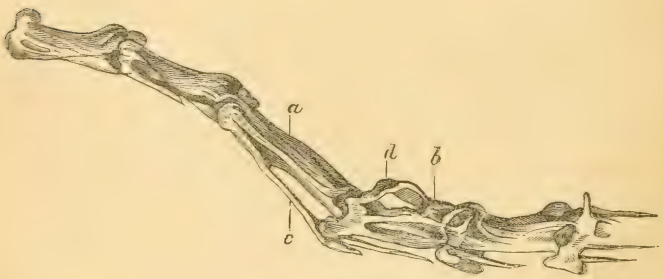


Dritter Halswirbel des Buntspechts von vorn.

Sa Gelenkfläche des Wirbelkörpers — *Ob* Oberer Bogen — *Pa* Seitlicher Gelenkfortsatz — *Pt* Unterspange des Querfortsatzes, die sich mit der Halsrippe *R* verbindet, beide zusammen begrenzen das Gefässloch (Halskanal — *foramen transversum*) – *Psi* Unterer Dornfortsatz. Nach Wiedersheim.

Umstand, dem die S-förmige Krümmung des ruhenden Vogelhalses ihr Entstehn verdankt. Die Gelenkbewegung zwischen je zwei einzelnen Wirbeln ist mithin zwar eine beschränkte, aber durch die grosse Anzahl solcher Gelenke steigt bei manchen Vögeln die Beweglichkeit des ganzen Halses enorm.

Einer besondern Modifikation der Halswirbelsäule der Vögel, der von Dönitz beim Schlangenhalsvogel beobachteten, mag noch kurz gedacht sein. Hier sind am siebenten Wirbel *(a)* des äusserst schlanken und beweglichen Halses die vordern Fortsätze *(c)* verlängert, so dass sie mit ihrem freien untern Ende sich in Gestalt eines Gleitegelenks mit stumpfen Fortsätzen des achten Wirbels oben



Plotus Levaillantii. Ein Teil der Halswirbelsäule von links geschen.
a Der verlängerte siebente — *b* Der achte Halswirbel — *c* Vorderer Fortsatz des siebenten — *d* Knochenbrücke des achten Halswirbels. Nach Dönitz.

verbinden. Dabei ist der Wirbel wesentlich verlängert und an seine langen Fortsätze setzen sich Beugemuskeln an. Der achte Halswirbel trägt hinten eine Knochen-

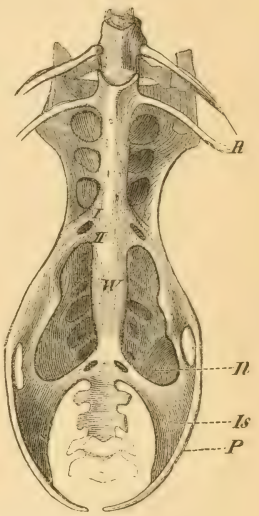
brücke *(d)*, deren Seitenteile gleichfalls gehoben sind, sodass von rechts und von links her ein Zugang zu dem Raum unter der Brücke existiert. Ähnliche, aber lange nicht so stark ausgeprägte Verhältnisse finden sich bei Reihern. Dieser Organisationspunkt ermöglicht das blitzartig schnelle Vorschleudern des bajonettartig spitzen Schnabels, wodurch die betr. Vögel in der Lage sind mit überraschender Sicherheit ihre Beute, Fische, zu ergreifen, aber sich auch etwaige Feinde vom Leibe zu halten.

Als ersten Rückenwirbel müssen wir den ansehen, bei dem die seitlichen Fortsätze, wie sie die Halswirbel zur Bildung des Seitenkanals tragen, soweit selbständig geworden sind, dass sie als wahre Rippen mit dem Wirbel einerseits und durch besondere Zwischenknochen mit dem Brustbein anderseits verbunden einen Ring darstellen. Die Zahl der Rückenwirbel ist gleichfalls eine nach den Arten, ja nach den Individuen variabele. In der Regel besitzen sie wohl entwickelte obere Dornfortsätze, die vollständig zu einem medianen Rückenkamme mit einander verschmelzen können, was bei einigen Vögeln im höhern Alter konstant der Fall ist. Auch die Beweglichkeit der Rückenwirbel gegen einander ist eine äusserst geringe und bei den meisten Vögeln, vielleicht mit Ausnahme der Pinguine, wohl gleich Null zu setzen.

Es ist nun schwierig, die einzelnen Abschnitte der Rumpfwirbelsäule der Vögel zu bestimmen und auf die entsprechenden Verhältnisse der Reptilien zurückzuführen, und gehen die Ansichten hierin sehr auseinander; durch die hier stattfindende innige Vereinigung und geringe physiologische Differenzierung der Wirbelmasse, die bei

Säugetieren und Eidechsen in Rücken-, Lenden- und Beckenwirbel sich teilt, wird es schwer einen geeigneten Standpunkt für die Beurteilung zu gewinnen und dürfen wir nur hoffen durch zu Rate ziehen der entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen zu einem halbwegs befriedigenden Resultate zu gelangen.' Diese entwicklungsgeschichtliche Betrachtung muss eine doppelte sein, nämlich eine ontogenetische und eine phylogenetische, d. h. einmal müssen wir den Erscheinungen Rechnung tragen, welche sich in der persönlichen Entwicklung jedes jungen Vogels vollziehen, und das andere Mal müssen wir mit den entsprechenden Verhältnissen, wie sie an den nächsten Verwandten der Vögel, an lebenden sowohl wie ausgestorbenen, auftreten, vergleichen. Um mit dem letzteren Vergleich zu beginnen, so sehen wir, dass bei den Eidechsen und Krokodilen zunächst ein fester Punkt gegeben ist dadurch, dass die Zahl der sich mit dem Becken verbindenden Wirbel äusserst deutlich ist, nämlich zwei, was vor diesen beiden Wirbeln liegt gehört zu den Rückenwirbeln (die Unterscheidung zwischen Brust- und Lendenwirbeln ist eigentlich nicht in der Natur begründet, sondern künstlich), was auf sie folgt, sind Schwanzwirbel. Bei den fossilen Formen scheint schon eine Vermehrung eingetreten zu sein, so finden sich bei den Flugeidechsen schwankende Zahlenverhältnisse (3—6), bei den merkwürdigen, den Vögeln in manchen Punkten der Organisation so nahe stehenden Dinosauriern *(Megalosaurus, Iguanodon, Compsognathus)* ist die Zahl schon auf 4 gestiegen, immer aber ist die Anzahl der Wirbel noch eine unbedeutende gegen die, welche sich bei den Vögeln mit den Beckenknochen

verbinden und die man früher als Heiligenbein auffasste, das aus 8 (Singvögel) bis 24 (Strausse) Wirbeln bestehen sollte. Eine solche lokale Vermehrung wäre, wenn auch nicht undenkbar, doch zu merkwürdig, um sich bei ihr so ohne Weiteres zu beruhigen. Es hat sich denn auch herausgestellt, dass die Vögel, wie ihre Stammesverwandten die Eidechsen und Krokodile, auch nur zwei eigentliche Kreuzbeinwirbel, sogenannte Acetabularwirbel, besitzen, die dadurch charakterisiert sind, dass die untern ihrer, jederseits in duplo vorhandenen, mit den Darmbeinen bald verschmelzenden Querfortsätze ursprünglich eigene Knochenstücke sind, die von besonderen Verknöcherungspunkten aus verknöchern und als selbständige Skeletteile Homologa von Rippen sind. Durch die Gegenwart dieser breit ausgezogenen ursprünglichen Rippen gleichen die beiden Acetabularwirbel der Vögel denen der Reptilien; was von Wirbelelementen vor ihnen liegt, gehört auch hier zu den Rückenwirbeln, die dahinter gelegenen zum Schwanze. Acetabularwirbel werden diese Wirbel aber deshalb genannt, weil ihre Querfortsätze zu der Bildung der

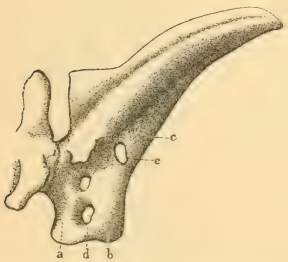


Becken des Uhus, Innenansicht.

I und *II* die beiden echten Kreuzwirbel *(sacrum)* — *W* Die dahinter liegenden unechten (aus Verschmelzung der vorderen Schwanzwirbel hervorgegangenen), zwischen *I* und *R* die davor liegenden unechten (verschmolzenen hinteren) Rückenwirbel — *Il* Darm- — *Is* Sitz- — *P* Schambein.

Nach Wiedersheim.

Gelenkpfanne *(Acetabulum)*, in der der Gelenkknopf des Oberschenkelknochen spielt, in gewisse Beziehung treten. Die Schwanzwirbelsäule ist gleichfalls in ihrer Ausdehnung und namentlich in Folge falscher Auffassung der Sakralwirbel sehr verschieden beurteilt worden. Während Cuvier bei der Ente nur 8 Schwanzwirbel zählte, besitzt sie in Wahrheit deren 18: sieben derselben verschmelzen mit den Knochen des Beckens und beteiligen sich an der Bildung des Pseudo-Sakrums, fünf bleiben frei und sechs verschmelzen schon beim Fötus zu dem, lange für einen, besonders modifizierten Wirbel gehaltenen Endkörper der Wirbelsäule, zum Pflugscharknochen oder Pygostyl. Diese Thatsache ist von besonderem Interesse bei der Beurteilung der Stammesverwandtschaft der Vögel. Der *Archaeopteryx*, jener wunderbare Vogel der Jurazeit, besass noch einen vollkommenen Eidechsenschwanz: eine kontinuierliche, über körperlange Reihe von 22 Wirbeln verjüngte sich allmählich nach hinten, von denen, wie wir



Endkörper der Wirbelsäule vom Lämmergeier.

a Erster — *b* zweiter — *c* dritter unterer Dornfortsatz — *d* und *e* Lücken zwischen denselben wegen mangelhafter Verwachsung.

Endkörper der Wirbelsäule eines reifen Hausentenfötus.

A Reihe der Wirbel, die zum Endkörper verschmelzen — *a* deren Körper und *b* oberen Dornfortsätze.

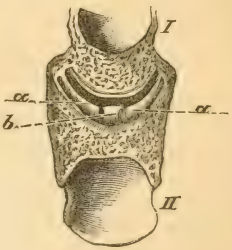
aus dem günstigen Erhaltungszustande dieser Form wissen, wenigstens die 20 hintersten an jeder Seite eine wohl entwickelte Steuerfeder trugen. Es ist klar, dass dieser Schwanz in seiner Gesamtheit den Anforderungen, die an das Flugvermögen der Vögel in der Jetztzeit durch ihre Lebensweise gestellt werden, nur sehr bedingt würde entsprechen können. Ich kann mir nicht vorstellen, dass der *Archaeopteryx* ein besonders guter Flieger gewesen ist: dieser lange Schwanz mit der grossen Reihe gleichmässig entwickelter Steuerfedern kann nimmermehr ein Steuerruder gewesen sein von der Art, wie wir es im Schwanz zahlreicher lebender Vögel bewundern. An diesem Teile, wie er beim *Archaeopteryx* entwickelt ist, traten im Lauf der Zeiten jene Modifikationen auf, die eben den Schwanz zum Lenk- und Steuerapparat par excellence und damit den Vogel zu einem so vortrefflichen, namentlich sichern Flieger machen. Es verlängerten sich wahrscheinlich zunächst die Knochen des Beckens, vereinigten sich mit dem vorderen Abschnitt des langen Eidechsenschwanzes, während am mittleren Abschnitte die Wirbel, obwohl sie frei blieben, in ihrer Grösse reduziert wurden. Die Wirbel des Endstückes endlich wurden rudimentär und bildeten unter Verschmelzung zusammen eine sekundäre Knocheneinheit. Es liegt in der Natur der Sache, dass diese wesentliche Veränderung des knöchernen Axalteils des Schwanzes nicht ohne Rückwirkung auf das Verhalten seines Gefieders bleiben konnte. Die Thatsachen, welche wir gerade bei den Vogelordnungen, die als niedere, den Reptilien näher stehende aufzufassen sind, nämlich bei den scharben- und entenartigen und bei den Pinguinen

wahrnehmen, erlauben den Schluss, dass diese Rückwirkung etwa in folgender Art vor sich ging: zunächst wurden die Schwanzfedern kleiner, ihre Zahl verminderte sich, indem diejenigen, welche ursprünglich mit den in das Becken mitaufgegangenen Wirbeln als segmentale Hautanhänge in Beziehung gestanden hatten, wegfielen. So besitzt z. B. der Pelikanschwanz immerhin noch eine bedeutende Zahl von Schwanzfedern (bis 24), die aber klein und als Steuerruder von nur geringer Bedeutung sind. Aus einem solchen Schwanz bildet sich nun erst das wundervolle Lenkorgan, wie wir es bei den Raubvögeln und vielen anderen kennen. Als überflüssig, ja als hinderlich kamen zunächst die Federn, die zu den freigebliebenen Wirbelsegmenten des Schwanzes gehörten, in Wegfall, aber diejenigen, welche an die zum Endkörper verschmelzenden Wirbel attachiert waren, erlangten wieder eine höhere Entwickelung, und so sehen wir, dass, wie in der Vogelreihe dieser Endkörper aus 5—6 Wirbeln ziemlich allgemein entsteht, auch die Zahl der Steuerfedern meist auf 5—6 an jeder Seite gesunken ist. Während beim *Archaeopteryx* die Steuerfeder auf die Wirbelachse in Winkeln von 45° (von hinten nach vorn) einfielen, also ähnlich zu stehen kamen, wie die Barten einer Feder zum Schaft, so emanzipierten sich bei den lebenden Vögeln die Steuerfedern mehr von den zugehörigen Wirbeln und ordneten sich zu einem bogenförmigen Fächer an. Denken wir uns einmal, jener Endkörper bestände aus einer dehnbaren, elastischen Masse und wir zögen ihn in die erforderliche Länge, so müssten die Steuerfedern, wenn sie bei ihren zugehörigen Wirbeln bleiben wollten, ihre fächer-

förmige Anordnung aufgeben und dieselbe Stellung einnehmen, die sie beim *Archaeopteryx* besitzen.

Bei einigen Vögeln zeigt dieser Endkörper noch besondere Modifikationen, indem er namentlich in die Breite entwickelt ist; so bildet er bei langschwänzigen Männchen mancher Hühnervögel (Pfau, Argusfasan) eine Trageplatte für die kolossalen Schwanzfedern. Auch bei den Spechten ist er auffallend breit, in Folge von Druckverhältnissen, die bei diesen Vögeln, entsprechend ihrer Lebensweise, auf die Steuerfedern und von diesen weiter auf das Ende der Wirbelsäule ausgeübt werden.

Die beweglichen Wirbelkörper des Halses und des Rückens, soweit solche vorkommen, sind durch Ringe aus Faserknorpel mit einander verbunden, die sich von der Seite her in eine zwischen je zwei Wirbelkörper eindringende Scheibe fortsetzen. Diese Scheibe ist in der Mitte verdünnt und durchbohrt und stellt den am Hinter- und Vorderrande frei endigenden sogen. *Meniscus* dar. Durch das zentrale Loch der Bandscheibe, die den Zwischenraum zwischen den Wirbeln in zwei sehr enge Kammern zerlegt, tritt von Wirbelkörper zu Wirbelkörper ein rundes Zentralband *(ligamentum suspensorium)*, das in seinem Innern die Reste der embryonalen Skelettachse, der Rückensaite *(chorda dorsalis)* birgt. Zwischen den freien Schwanzwirbeln

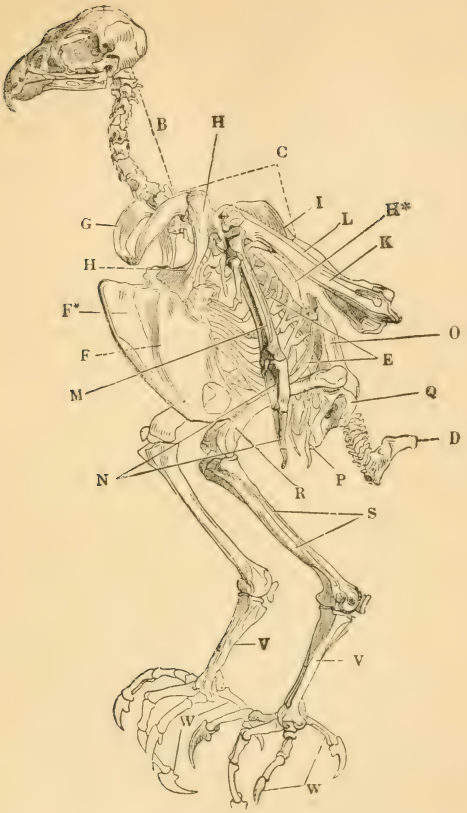


Anas boschas,
Gelenk zwischen dem 14. *(I)* und 15. *(II)* Halswirbel in frontalem Längenschnitt — *a Meniscus — b Ligamentum suspensorium.*
Nach G. Jäger.

ist diese Scheibe massiger zu einem wahren Zwischenknorpel entwickelt. Es ist übrigens der *Meniscus* in der Vogelreihe sehr verschieden ausgebildet und kann öfters rudimentär bleiben.

Sehr eigentümliche Verhältnisse zeigen die Wirbelkörper eines jener merkwürdigen Vögel aus der nordamerikanischen Kreide, des *Ichthyornis* oder Fischvogels; dieselben sind, wie bei einem Fisch, an der Vorder- und Hinterseite ausgehöhlt und haben ungefähr die Form von Dambrettsteinen. Es dürfte kaum zweifelhaft sein, dass beim lebenden Vogel der so zu stande gekommene doppelkegelförmige Hohlraum mehr oder weniger von einer sulzigen Masse, den Resten der embryonalen Rückensaite, erfüllt war, wenn nicht etwa der Apparat des *Meniscus* hier eine ganz besondere Entfaltung gehabt hat. Vermutlich sind diese sogenannten amphicoelen Wirbel bei dem betreffenden Vogel eine Neubildung, die nur wenige Reptilien besitzen, die Geckonen, die vom obern Trias bis in die Kreide reichende Ichthyosauren und Plesiosauren u. a. m., die aber kaum in die Ahnenreihe der Vögel eingreifen dürften, sondern wohl sehr früh abgetrennte und speziell weiter entwickelte Zweige des Reptilien-Stammes sind.

In dem Brustabschnitt der Wirbelsäule schliesst sich jederseits an jeden Wirbel ein zweiteiliger Knochenstab, deren Summen sich unten in der Mitte mit einem grossen platten, unpaaren Knochen, dem Brustbein, vereinigen und so den bei Vögeln meist umfangreichen Brustkorb darstellen. Die oberen, hinteren oder proximalen Glieder der Knochenstäbe, die sich direkt an den Wirbel legen, sind die



Skelett eines Falken.

A Schädel — *B* Halswirbelsäule — *C* Region der Brustwirbel — *D* Endkörper der Wirbelsäule — *E* Rippen — *F* Brustbein — *F** Brustbeinkamm — *G* Gabelbein — *H* Schlüsselbein — *H** Schulterblatt — *I* Humerus — *K* Elle — *L* Speiche — *M* Mittelhandknochen — *N* Phalangen der Hand — *O* Darmbein — *P* Schambein — *Q* Sitzbein — *R* Oberschenkel — *S* Unterschenkel — *V Os tarso-metatarsi* — *W* Zehenphalangen.

eigentlichen Rippen, deren Zahl nach den Gattungen oder Familien von 7—12 schwankt und so auch ein entsprechendes Schwanken in der Zahl der Rückenwirbel, die ja eben durch die Anwesenheit der Rippen als solche erst charakterisiert sind, zur Folge hat. Die beiden vordersten Rippen (beim Kasuar vier) machen insofern eine Ausnahme, dass sie keinen gegliederten Stab darstellen, sondern, einfach bleibend, das Brustbein nicht erreichen und als vordere falsche Rippen bezeichnet werden können. Sie bilden in ihrer Entwickelung einen Übergang von den kurzen Halsrippen zu den wahren Rippen. Diese sind sehr flach, gehen bei vielen Vögeln weit nach hinten und tragen meist, mit Ausnahme der letzten und vorletzten, ungefähr in der Mitte des Hinterrandes einen nach hinten gerichteten Fortsatz *(processus uncinatus,* s. *hamulus costae),* wie er ähnlich nur noch einigen Reptilien, nämlich den Krokodilen und einer jedenfalls uralten, auf Neuseeland von der fortschreitenden Entwicklung vergessenen Eidechse *(Hatteria)* zukommt. Obwohl diese Fortsätze bei allen Vögeln von selbständigen Ossifikationspunkten aus verknöchern, so bleiben sie doch nur beim Kasuar (und auch bei *Hesperornis* aus der Kreide) mit den Rippen bewegbar verbunden, mit denen sie sonst ausnahmslos verschmelzen, aber doch nur so, dass zwar alle zwischen dem hinteren Rand der Rippe und dem vorderen des Fortsatzes gelegenen Zwischengewebe verschwinden, aber doch beider Knochensubstanz sich deutlich gegen einander abgrenzt.

Meist treten diese Fortsätze bloss an den echten Rippen auf, doch giebt es auch Vögel, welche an den vorderen

und hinteren falschen (z. B. die Strausse) deren haben. Sie liegen in einer, oben vom hinteren Rand der Rippen kommenden Sehnenplatte eingeschlossen, unten setzen sich die äusseren Zwischenrippenmuskeln an sie resp. an die sie einhüllende Sehne an. Die Fortsätze sind an den mittleren Rippen am stärksten entwickelt und nehmen nach vorn und hinten an Umfang ab. Dieses Verhalten entspricht genau der Reihenfolge ihrer Anlage in der Entwicklung.

Der Zahl nach sind diese Gebilde sehr vielen, auch individuellen Schwankungen unterworfen, ja Behrens*) erwähnt die Skelette eines Wellenpapageis und eines Hirtvogels *(Chauna chavaria)*, an denen sie überhaupt fehlten. Bisweilen, aber selten kommt es auch vor, dass bei demselben Individuum an der einen Seite weniger *processus uncinati* auftreten, als an der anderen, dann aber tritt das Manco an der vordersten oder hintersten Rippe auf, nie ist die Reihe unterbrochen. Es finden sich 1 (Spornkuckuck — *Centropus affinis*) bis 7 (Taucher, Sperling), in der Regel sind es fünf bis sechs. Meist fangen sie an der zweiten echten Rippe an, seltner bei der ersten, noch seltner bei der dritten, ganz einzeln (einige Geier) an der vierten, beim Spornkuckuck ist es die fünfte Rippe, welche den einzelnen Fortsatz trägt.

Bei den sogenannten Ratiten sind die Verhältnisse sehr unregelmässig und bei den verschiedenen Arten und selbst Individuen die Hakenfortsätze beträchtlich ungleich entwickelt. So hat der gemeine Kiwi-Kiwi fünf oder

*) Vergleiche: W. Behrens, Untersuch. über d. proc .uncinat. Göttingen 1880.

sechs, der Strauss drei, der Helmkasuar keinen oder drei, vier oder fünf, der australische Kasuar zwei, der amerikanische Strauss drei.

Die physiologische Bedeutung dieser Anhänge ist unklar, und sie wird dadurch nicht klarer, dass sie auch bei Krokodilen und bei der *Hatteria* auftreten. Ziemlich allgemein wird angenommen, dass sie, indem immer die der vorhergehenden Rippe über die nächstfolgende sich weglegen, dem Brustkorb ein festeres Gefüge verleihen, was wieder dem Fluge zu gute kommen soll. Auch auf den Respirationsmechanismus hat man hingedeutet und namentlich ihre Beziehungen zu den äusseren Zwischenrippenmuskeln betont. Aber — bei den Krokodilen ist der Mechanismus des Atmens ein völlig verschiedener und der Kiwi-Kiwi, obgleich bekanntlich ein flugunfähiger Vogel, hat so viel Hakenfortsätze wie der Bussard, einen mehr als der Lämmergeier (fünf), zwei mehr als der Kondor (vier), als Sturmvögel *(Prion)* und Möven!

Wichtiger ist vielleicht, was die Vermittlung grösserer Festigkeit des Brustkorbs angeht, ihre Länge, welche in den festgefügten Wandungen des Luft- und Wasserschiffes des Rumpfes der Lumme so bedeutend wird, dass sie über zwei rückwärts gelegene Rippen weggreifen.

Man hat verschiedentlich versucht, die Kiemenbögen der Fische, die Gliedmassen und die Rippen als ursprünglich homologe Gebilde aufzufassen. Nach diesem Schema würde eine Rippe einem halben Schulter- bez. Beckengürtel entsprechen, und der dazugehörige *processus uncinatus* dem freien Extremitäten-Abschnitte. Gewisse entwicklungsgeschichtliche Thatsachen sprechen nicht gegen eine solche Annahme.

Die Zahl der Rippen schwankt zwischen sieben und zwölf, wie aus folgender Tabelle ersichtlich *).

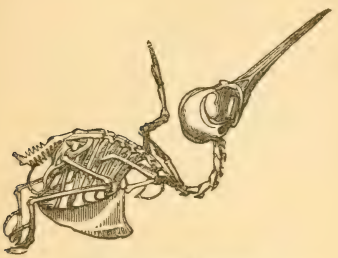
Rippenzahl.	Vogelgruppe:
7	Kuckucksvögel, Langhänder, Tauben.
7—8	Singvögel (selten 8), Hühner (sehr selten 8), Störche (selten 8), Scharben
7—8, gelegentlich 9	Raubvögel
7—10	Wadvögel *(Grallatores)*
8	Langschwinger, Papageien und 1 Taube *(Chalcophaps indica)*
8—9	Spechte
9—11	Entvögel
9—12	Die Taucher
10	Albatros

Alle Rippen besitzen am dorsalen Ende ein deutlich entwickeltes Köpfchen und ein Höckerchen, von denen das erstere mit dem Wirbelkörper nahe an dessen Vorderrand, das letztere mit dem oberhalb gelegenen Querfortsatz desselben Wirbels artikuliert; bei den Vögeln ist mithin jede Rippe mit nur einem Wirbel verbunden.

Zwischen die eigentlichen Rippen und dem Brustbein schiebt sich als zweites Glied des Stabes immer ein besonderer dünnerer gestreckter Knochen ein, der als Brustbeinrippe *(os sternocostale)* bezeichnet wird, und dem ventralen Rippenende einer- und dem Brustbeinrande anderseits

*) nach: W. Behrens, a. a. O.

mittels Kapselhäute beweglich anliegt. Diese Brustbeinrippen verlaufen nicht einfach in der Verlängerungsrichtung der Rippen, sie verbinden sich vielmehr mit diesen unter einem, nach vorn offenen Winkel, der desto spitzer wird, je weiter die eigentliche Rippe nach hinten reicht.



Skelett eines Kolibris.
Das Brustbein mit bedeutend erhöhtem Kamm.

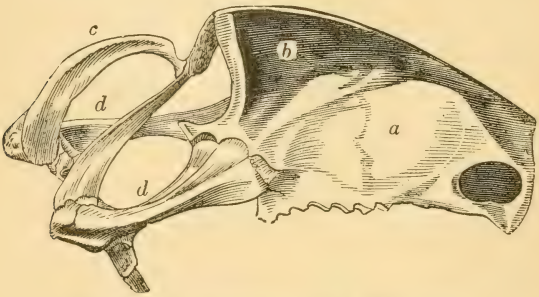
Diese Eigentümlichkeit in der Architektur des Brustkorbs ist sehr wichtig für den ganzen Atmungsmechanismus der Vögel. Beim Einatmen vergrössert sich der nach vorne offene Winkel, den die eigentlichen Rippen und die Brustbeinrippen mit einander bilden, dadurch wird das Brustbein von der Körperachse entfernt und der ganze Leibesraum selbst vergrössert und dies wird in um so höherem Grade geschehen, je weiter die Rippen nach hinten verlaufen, je spitzer also die betreffenden Winkel bei der Ausatmung sind. So sehen wir denn, dass bei Hauptfliegern, aber auch bei Haupttauchern die Rippen sehr weit nach rückwärts reichen, dass sie also besonders dazu angethan erscheinen, den Brustraum, der in diesen Fällen durch das weit nach hinten sich erstreckende Brustbein häufig von Haus aus schon geräumig erscheint, noch bedeutend zu vergrössern und so Platz für die Füllung der ansehnlich entwickelten Luftsäcke zu schaffen.

Gering nur ist der Anteil, den die eigentlichen Rippen an diesem Erweiterungsprozess der Leibeshöhle nehmen,

da sie ja einmal durch den Anschluss an nur einen Wirbel mittels weit von einander getrennter Köpfchen und Höckerchen, und zweitens durch die Gegenwart der Hakenfortsätze in ihrer freien Bewegung wesentlich gehemmt sind, so sehr, dass sie als starre oder fast starre Fortsätze der Wirbelsäule erscheinen, zwischen denen die bewegenden Muskeln in Wegfall kommen und die mit der hinteren Seite der Lungen so fest verwachsen, dass sie zum Teil, abgesehen von ihrem vorderen Abschnitt und ihrer dorsalen Fläche, fast ganz in Lungenmasse eingebettet liegen. Die Abduktion des Brustbeines geht also, was Skelettelemente betrifft, lediglich durch die Brustbeinrippen vor sich, die sich dabei zwischen Brustbeinrand und dem Ende der eigentlichen Rippe kraft ihrer beweglichen Verbindung mit beiden, steiler stellen.

Das Brustbein besteht, ähnlich wie die Schädelknochen, aus zwei an den Rändern verwachsenen Platten, zwischen denen sich eine Diploë, ein Knochenbalkenwerk befindet, dessen Maschen, ebenso wie der ganze Zwischenraum, um so grösser sind, je besser der Vogel fliegt, und umgekehrt. Dasselbe zeigt in der Vogelreihe betreffs der Grösse und Breite des Entwicklungsgrades eines medianen Längsvorsprungs, des Kiels, des Auftretens von Lücken und Ausschnitten beträchtliche Verschiedenheiten, die alle das Resultat der mannigfach entwickelten Flugfähigkeit sind. So sehen wir, dass bei allen Vögeln, sei es bei den Mitgliedern der bunten Gruppe der Strausse, bei Tauben oder Papageien, welche die Flugfähigkeit ganz oder beinahe ganz einbüssten, das Brustbein einen mehr oder weniger platten Knochen darstellt, auf dem kein

oder fast kein Kiel sich entwickelt hat. Dieser Kiel ist ja nichts anderes, als eine median vorspringende Oberflächenvergrösserung des Brustbeins, an deren Anlage nach Goette sich auch Elemente des Brustgürtels (der Schlüsselbeine) beteiligen und von der Teile der mächtigen,



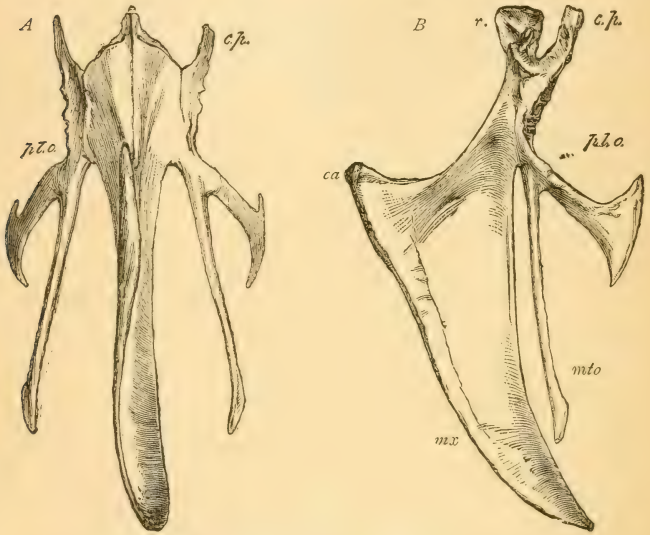
Brustbein und Schultergürtel des Wanderfalken.
a Brustbeinkörper — *b* Kiel — *c Furcula* — *d* Schlüsselbein.

flügelbewegenden Muskeln entspringen. Passte sich ein Vogel, sei es durch das von keinem Raubtier bedrohte Leben auf räumlich sehr beschränkten Lokalitäten (Inseln), oder durch was immer, dergestalt an, dass das Flugbedürfnis aufhörte, so trat Schwund der betreffenden Muskelpartien ein und mit der Anforderung an eine vergrösserte Ursprungsoberfläche kam diese selbst in Wegfall. Hervorgehoben muss aber werden, dass es Vogelformen giebt, die zwar nicht mehr *(Alca impennis)* oder noch nicht (Pinguine) fliegen, bei denen aber trotzdem mit der Brustmuskulatur der Brustbeinkamm stark entwickelt ist, aber auch diese Vögel machen, wenn sie schon nicht fliegen, von ihrer vorderen Extremität beim

Schwimmen anhaltenden und energischen Gebrauch; eine parallele Entwicklung dieser Verhältnisse zeigen uns einige Säugetiere, von denen die einen, die Fledermäuse, fliegen, die anderen, die Maulwürfe, graben, — beides Bewegungsarten der vorderen Extremität, die, so verschieden sie auch immer sind, grosse Kraft, daher bedeutende Brustmuskeln und eine möglichst grosse Ursprungsfläche, also einen Brustbeinkiel erfordern. Auch die alten Flugechsen der jurassischen Zeit weisen diesen Kiel auf; ob ihn der erste Vogel, den wir genauer kennen, der *Archaeopteryx* besass, lässt sich aus dem Erhaltungszustande desselben nicht entnehmen, wahrscheinlich ist es mir nicht, da ich überhaupt, wie gesagt, zu der ganzen Flugfähigkeit dieses merkwürdigen Wesens kein rechtes Zutrauen hege.

Die Verknöcherung des Brustbeines geht bei den Straussvögeln von zwei Punkten, von je einem auf jeder Seite, aus, bei allen anderen Vögeln, so weit wir wissen, von vier, nämlich von zweien jederseits; der Kiel hat keinen eigenen Verknöcherungsherd, er ist eben ein accidentelles Gebilde und besteht eigentlich aus zwei in der Medianebene sich treffenden Hälften, die ihrerseits von den beiden seitlichen, von je zwei Ossifikationspunkten aus sich bildenden Teilen der eigentlichen Brustbeinplatte aus wachsen und schliesslich verwachsen, wobei noch Elemente des Brustgürtels an sie heran treten und sich mit ihnen vereinigen. So kommt es, dass diesem Kiel Teile der verlängerten Luftröhre bei Kranichen und Schwänen eingelagert sein können, was nicht gut möglich wäre, wenn er sich von einem einzigen, eigenen Verknöcherungspunkt her bildete.

Die Brustbeine zahlreicher Vögel zeigen nun Fortsätze und Lücken in mannigfacher Ausdehnung und Gestalt, und dürften das, zum Teil wenigstens, von reptilienartigen Ahnen her ererbte Eigentümlichkeiten sein, anderseits dürfte es wieder auf das Sparen an schwerem Material, das uns



Brustbein des Huhns, *A* von vorn, *B* von der Seite.
r Handgriff *(manubrium)* — *cp* Rippenfortsatz — *plo* Vorderer Seitenteil *(pleurostion)* — *mto* Hinterer Seitenteil *(metostion)* — *mx* Schwertfortsatz — *ca* Kiel. (Nach Huxley.)

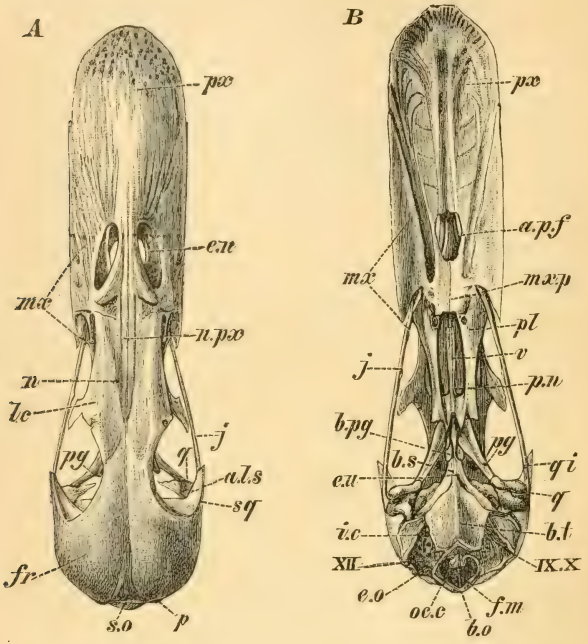
in der Organisation der Vögel fast überall entgegentritt, zurück zu führen sein. Bei den Hühnervögeln finden sich jederseits drei solcher Fortsätze: oben an jeder Ecke des Brustbeins ein kurz ausgezogenes Horn, der Rippenfortsatz, an den, wie an den eigentlichen Rand des Brustbeins,

ossa sternocostalia, treten, dann ein seitliches Paar, das gemeinsam von der Brustbeinplatte entspringt und zwischen sich und dem Kielstück ansehnliche Ausschnitte frei lässt. Indem namentlich diese unteren Fortsätze unter sich und mit der Hauptmasse des Brustbeins nach und nach verschmelzen, schliessen sie kleiner und kleiner werdende, von Haut überspannte Lücken ein — die Reste jener Ausschnitte. Es ist immerhin möglich, dass der Abgang von Knochensubstanz, den das Brustbein durch diese Lücken erleidet, auch erleichternd mitwirkt, aber die besten Flieger zeigen keine dergleichen, dafür ist freilich ihr Brustbein eine grosse Ursprungsplatte für gewaltige Muskeln und in hohem Grade pneumatisch, was beides weniger gut möglich sein dürfte, wenn es mit Ausschnitten versehen wäre. Wenn es aber richtig ist, dass jene Fortsätze, die ihre eigenen Verknöcherungen haben, einen älteren Zustand repräsentieren, so will sich dies doch auch nicht mit der Ansicht, dass die Strausse niedere Vögel wären, recht vereinigen lassen, denn ihr Brustbein ist gerade am weitesten von jener archaistischen Bauart entfernt.

Jener Teil des Brustbeins oder richtiger des Schultergürtels, den man als *Episternum* oder *Interclaviculare* bezeichnet und der bei Reptilien so wohl entwickelt und weitverbreitet, auch bei Säugetieren, und zwar bei einigen ohne Schwierigkeit, nachweisbar ist, hat bei den Vögeln eine vollkommene Rückbildung erfahren.

Was die Proportionen des Brustbeins betrifft, so sehen wir, dass es bei *Apteryx* und *Dinornis* breiter als lang ist, bei Straussen, Pelikanen, beim Albatros wird es nahezu quadratisch, bei *Tinamus*, jenen merkwürdigen südameri-

kanischen Hühnervögeln, wird es vier mal so lang als breit u. s. w.; besonders in die Länge entwickelt erscheint es auch bei tauchenden Vögeln.

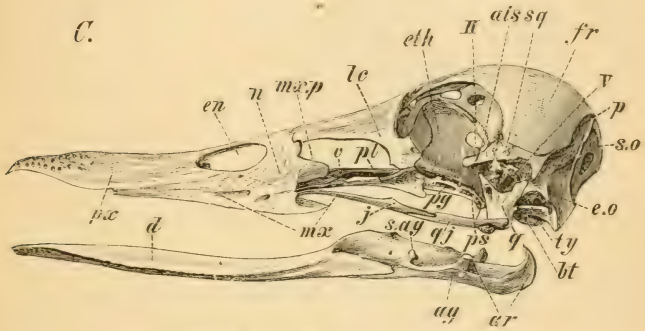


Schädel der Ente. *A* von oben, *B* von unten.
(Erklärung s. nächste Seite.)

An dem Schädel der Vögel tritt die erwähnte Neigung der Knochen, mit einander zu verwachsen, sehr frühzeitig auf und erscheint sein Hirnteil bald als eine kontinuierliche Kapsel, die bloss zum Durchtritt von Teilen des Nerven- und Gefässsystems Öffnungen besitzt, mit Aus-

nahme der Entenvögel, bei denen am Hinterhaupt oft ansehnliche Lücken oder Fontanellen auftreten.

Der Totalhabitus des Schädels verändert sich nach dem Verlassen des Eies, das als eigentliche „Geburt" bezeichnet und mit der Geburt der Säugetiere verglichen



Schädel der Ente. *C* von der Seite.

als Alisphenoid — ag Angulare — ar Articulare — apf Foramen palatinum anternis — bt basitemporale — bo basioccipitale — bpt Basipterygoid — bs Basisphenoid — d Dentale — en Apertura nasalis externa — eth Ethmoid — eo exoccipitale — eu Öffnung der Eustachischen Röhre — *fr Frontale — fm Foramen magnum — ic* Loch für die *Arteria carotis interna — j Jugale — lc Lacrymale — mxp Processus palatinus ossis maxillare — mx Maxilla — n Nasale — upx Processus nasalis ossis praemaxillaris — px praemaxillare — p Parietale — ps Praesphenoid — py Pterygoid — pl Palatinum — pn Choanen — q Quadratum — qj Quadratojugale — sq Squamosum — so Supraoccipitale — ty Cavum tympani — v Vomer — II* Öffnung für den Sehnerv, *V IX X XII* desgl. für den *Nervus trigeminus, glossopharyngeus, vagus* und *hypoglossus*. (Nach Wiedersheim.)

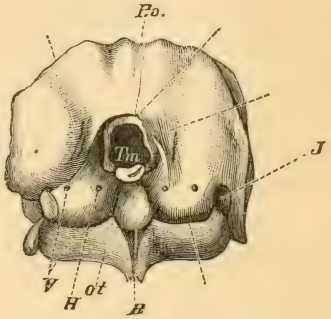
werden kann, nicht in dem Grade wie bei diesen, wo, infolge des Saugens, eine gewisse Reduktion des Gesichtsschädels unverkennbar ist; nur sehr langschnäbelige Vögel (Kolibris, Spechte) zeigen in früher Jugend kürzere knöcherne Schnäbel als im ausgebildeten Zustande, und Höcker und

Hörner, denen knöcherne Elemente zu Grunde liegen, entfalten sich erst mit dem Eintritt der Pubertät. Doch zeigen sich in dem Grad der Entwickelung des Schnabels im fötalen Alter zwischen langschnäbeligen Vögeln verschiedener Gruppen bemerkenswerte Unterschiede. Bei den Kolibris z. B. ist er, wenn sie ausschlüpfen, nicht länger im Verhältnis, als bei gewöhnlichen Singvögeln, während er beim Brachvogel *(Numenius)* oder Kiwi-kiwi schon bei den Embryonen im Verhältnis so gross als bei den erwachsenen erscheint. Parker meint, bei den letzteren Vogelformen sei der lange Schnabel eine uralte, bei ersteren erst eine neu erworbene Eigenschaft.

Auch beim Vogel besteht der Schädel aus zwei, und zwar deutlicher als sonst getrennten Abschnitten, dem Hirnschädel und dem Gesichtsschädel: dem ersteren sind noch eine Reihe von Adventivknochen zum Schutz der drei hauptsächlichsten, in unmittelbarer Nähe des Gehirns gelegenen Sinnesorgane zugesellt, nämlich die Knochen der Gehörkapsel für das Hörorgan, besondere, bei einigen Vögeln wenigstens, deutlich entwickelte Teile des Siebbeins (und das Nasenbein ursprünglich) für das Geruchsorgan, das Thränenbein endlich für das Auge.

Den Hirnschädel können wir uns als aus vier Regionen zusammengesetzt vorstellen, von denen die beiden vordersten indessen sich auf das Innigste mit einander vereinigen. Die hinterste oder Hinterhauptsbein-Region ist zunächst aus dem aus vier Stücken (ein Grund-, zwei Seiten- und ein Schlussbein) bestehenden Hinterhauptsbein gebildet, mit ihm verschmelzen sehr zeitig Deckknochen des Gehörorgans, nämlich mit dem Seitenteil des Hinterhauptsbeins

das Hinterohrbein; an diesen hintersten Ring legen sich vorn und seitlich das Oberohrbein und das Schuppenbein. Das Innere dieses hintersten Schädelrings ist sehr ungleich; hinten ist er nur von der relativ kleinen Öffnung zum Durchtritt des Rückenmarkes durchsetzt, während er vorn reichlich den Durchmesser des Gehirns an dieser Stelle besitzt. Der folgende Abschnitt hat hingegen bei einem fast gleichen Lumen nahezu Ringform, sein unteres Schlussstück, gewissermassen der Stein im Ringe, bildet der hintere, aus einem eigenen Verknöcherungspunkt hervorgehende Basalteil des Wespenbeins, an den sich seitlich die zeitig mit ihm verschmelzenden grossen Wespenbeinflügel anlegen; nach oben wird der Ring durch die paarigen Scheitelbeine geschlossen. Der dritte Ring ist unregelmässiger gebildet als der zweite, besonders durch die starke Entwickelung der oberen Schlussstücke, der Stirnbeine, die sich auf die kleinen Flügel des vorderen Wespenbeins legen, das in einen Schnabel nach vorn ausgezogen den Basalteil des Ringes bildet.

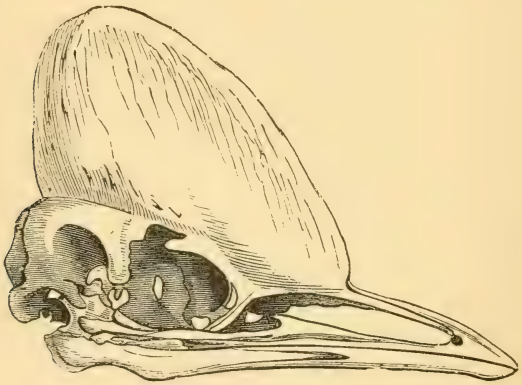


Schädel des Truthahns von hinten.

B Grundteil des Hinterhauptbeines — *Tm* Hinterhauptsloch — *H* Durchtrittsloch für den Unterzungennerv — *J* In die Paukenhöhle führendes Loch — *Ot* Paukenbein — *V* Durchtrittsloch für den herumschweifenden Nerv. (Nach Magnus.)

Die beiden vordersten Schädelregionen, weit inniger, wie hervorgehoben, mit einander vereinigt, schliessen sich der

Hirnkapsel nach vorn an. Das Basalstück dieser beiden vereinigten Abschnitte besteht aus dem mit dem unpaaren, bei Spechten paarigen Pflugscharbeine verschmolzenen mittleren Siebbein, an das sich von hinten nach vorn die seitlichen Teile des Siebbeins und die Nasenbeine anlegen. Am Siebbein kann man eine hintere, quere symmetrische Platte unterscheiden und eine senkrecht zu dieser stehende unpaare vordere und obere, die zuweilen auch in erwachsenem Zustande zwischen den Stirnästen der verschmolzenen Zwischenkieferbeine einerseits und der vorn etwas auseinanderweichenden Verschmelzungslinie der beiden Stirnbeine anderseits oberflächlich zu Tage tritt und z. B.



Schädel des Helmcasuars.

zu einer mächtigen Spongiosa entwickelt den Hauptteil des Casuarhelms darstellen kann. Einzelne Teile dieses vordern Schädelabschnitts gehören, wie z. B. die Nasenbeine, der Lage nach schon mehr zum Gesichtsschädel.

Alle diese Knochen, soweit sie ein kontinuierliches Ganzes bilden, sind lufthaltig und (z. B. bei den Eulen) in einem sehr hohen Grad, was, wenn auch gerade hier die flugerleichternde Eigenschaft der Pneumatizität in den Hintergrund tritt, durchaus nicht unwesentlich in anderer Beziehung ist: die in der schwammigen Knochensubstanz (Diploë) befindliche Luft ist ein schlechter Wärmeleiter und dass das Gehirn so hochgradig warmblütiger Tiere, wie der Vögel, warm gehalten wird, ist gewiss von hoher Bedeutung. Wenn in anderen Fällen die Schädelknochen nur im männlichen Geschlecht (Auerhahn) eine ganz enorm entwickelte Diploë zeigen, so ist das wahrscheinlich das Resultat geschlechtlicher Zuchtwahl.

Am Hinterhauptbein einiger Vögel, namentlich der Cormorane, befindet sich ein lockerer Knochenstab in Gestalt einer schlanken, dreiseitigen, mit der Basis schädelwärts gelegenen Pyramide, der kein eigentlicher Schädelknochen, sondern lediglich eine accessorische Muskelverknöcherung ist, auf welche wir noch zu reden kommen werden.

Der häufig in hohem Grade entwickelte, den Oberschnabel bildende Gesichtsteil des Vogelschädels setzt sich aus vier Knochenpaaren zusammen, von denen das am bedeutendsten entwickelte, die Zwischen- oder Vorkieferbeine *(ossa intermaxillaria* s. *praemaxillaria)*, zeitig mit einander verschmilzt und einen sehr originellen, für den Vogelschädel charakteristischen Knochen bilden, der ungefähr die Gestalt einer hohlen dreiseitigen Pyramide hat. Die Spitze dieser Pyramide ist die Schnabelspitze, ihre eine, untere Fläche stellt den wahren knöchernen Gaumen

dar und ihre beiden Seitenflächen bilden die Grundlage der beiden Schnabelseiten, die oben im Schnabelrücken zusammenstossen. Drei Paar Fortsätze erstrecken sich von diesem Knochen nach hinten: ein medianes oberes, das zwischen die Nasenlöcher aufsteigt und sich mit den Stirnbeinen fast immer mittels Zahnnaht verbindet, verschmilzt mit wenig Ausnahmen vollständig; ein anderes liegt unterhalb median im Dache der Mundhöhle, verschmilzt nur selten und verbindet sich als Gaumenfortsätze mit den Gaumenbeinen; ein dritter Fortsatz liegt jederseits aussen und bildet, indem er sich mit dem sehr zurückgedrängten Oberkieferbein *(os maxillare)* vereinigt, den grössten Teil des Schnabelrandes. Wo Zähne bei Vögeln vorkommen, scheinen sie, wie bei *Hesperornis* aus der nordamerikanischen Kreide, nicht im Zwischenkiefer, sondern nur im Oberkiefer eingefügt gewesen zu sein. Dieser ist ein schlanker Knochenstab, der sich nach hinten mit dem Jochbein und nach vorn, wie gesagt, mit dem Zwischenkiefer verbindet und nach innen in den Gaumen einen Fortsatz entsendet, der bisweilen sehr ansehnlich entwickelt und mit dem der andern Seite verbunden sein kann.

Zum Gesichtsschädel gehören weiter die Nasenbeine, zwei dünne und elastische, nicht mit einander verbundene Knöchelchen, deren Ecken in lange Zipfel ausgezogen sind. Der hintere breiteste aber elastische verbindet sich mit dem Stirnbein nach aussen neben den Stirnästen des Zwischenkiefers, die beiden andern dünneren aber festeren Vorderzipfel bilden den hinteren Rand der Nasenlochgrube.

Das Thränenbein ist ein meist deutlich entwickelter Knochen, der eine weit grössere Selbständigkeit als die meisten übrigen Knochen des Vogelschädels bewahrt und meist nur mit dem Stirnbein, selten auch mit dem Nasenbein, an welche beiden Knochen er sich nach oben anschliesst, verschmilzt und sich nach unten dem Jochbogen auflegt.

Der Gesichtsschädel oder der knöcherne Oberschnabel, gebildet also jederseits aus den präponderierenden Zwischenkiefern, dem gering entwickelten Oberkieferknochen, den Nasen- und Thränenbeinen, ist mit dem übrigen Schädel durch zwei gegliederte Knochenbrücken oder Knochenketten verbunden; durch eine innere aus Gaumen- und Flügelbeinen bestehende und eine äussere, die sich zusammensetzt aus zwei diskret angelegten, aber bald verschmelzenden Stücken, dem Jochbogenbein und dem Quadrat-Jochbogenbein. Die Verbindung dieser Doppelkette mit dem Hirnschädel geschieht durch einen eingeschalteten, gemeinsamen Charnierknochen, das Quadratbein; mit dem Gesichtsschädel vereinigen sie sich ziemlich weit von einander getrennt, die äussere mit einem langen schmalen Fortsatze des Oberkieferbeins, die innere, mit der der andern Seite nach innen konvergierende, mit der schnabelartigen Verlängerung des vorderen Wespenbeines. Die Verbindung des Gesichts- und Hirnschädels mit einander durch diese Knochenketten ist keine starre, sondern eine bewegliche, und man könnte diese ganze Vorrichtung genial erdacht nennen, wäre der Gedanke dazu in eines Menschen Kopf entsprungen, — Mutter Natur freilich verfährt, abgesehen von kleinen auf

Übergängen beruhenden, unvermeidlichen Übelständen immer und namentlich auch in der Ausstattung der Organismen geistreich, d. h. im Ernste gesprochen bildet die Summe der Anpassungserscheinungen eines Wesens ein harmonisches, den an dasselbe durch die Lebensweise gestellten Anforderungen entsprechendes Gesamtbild, das, so lange es existiert, immer wechselnd doch das Gleichgewicht seiner Teile erhält.

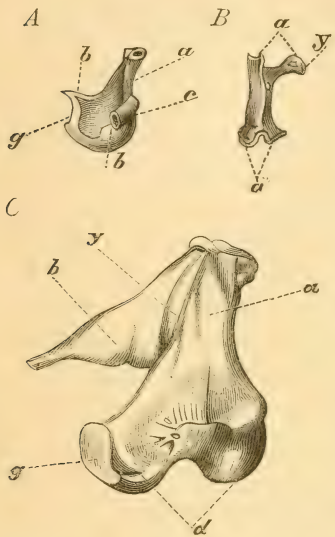
Bevor wir jedoch an die Erörterung dieser Verhältnisse herantreten, macht es sich nötig, dass wir den letzten Teil des Schädels, der sich dem Hirnschädel gegenüber noch unabhängiger und selbständiger darstellt als der Gesichtsschädel, betrachten — ich meine den knöchernen Unterschnabel.

Es besteht derselbe aus einer rechten und linken gleichen Hälfte, die bei den lebenden Vögeln ausnahmslos mit einander verschmelzen, während sie bei den von Marsh entdeckten und beschriebenen Odontornithen getrennt blieben und wahrscheinlich nur durch Bandmasse mit einander verbunden waren. Jede Hälfte setzt sich aus sechs, nur im Embryonalleben nachweisbaren Stücken zusammen. Von diesen Stücken liegt ein Zahnstück *(dentale)* am Vorderende und verschmilzt mit dem der anderen Seite sehr frühzeitig, wenn es nicht etwa gar, wenigstens unter Umständen, in der Entwicklung von einem unpaaren medianen Herde aus verknöchert, in welchem Falle sich der Unterkiefer der Vögel aus elf Stücken aufbauen würde. Der Name *dentale,* Zahnstück, klingt zwar für den Kieferknochen eines Vogels etwas paradox, aber bei den so nahe verwandten Reptilien ist

dieser Teil wirklich zahntragend und da nun der Schädel der Vögel in seiner Anlage der typischen Anlage desselben bei Reptilien durchaus entspricht, so hat man ohne die funktionelle Anpassung weiter zu berücksichtigen ein und dieselbe Bezeichnung, um ursprünglich gleiche Teile gleich zu nennen, beibehalten. An jedes Zahnstück setzen sich innerlich und äusserlich je zwei platte Knochenstückchen an: oben und aussen den hinteren Rand des Unterschnabels bildend das obere Winkelbein *(os supraangulare)* und unter ihm das untere Winkelbein *(os angulare)*. An der Innenseite fügt sich, zum Teil das Zahnbeinstück und das obere Winkelbein deckend, ein platter Deckknochen *(os operculare)* an, auf den nach hinten ein plattes, schmales Knochenstäbchen von geringer Grösse, mit dem mehr diplomatischen als klassischen Namen *os complementare* „Ergänzungsknöchelchen" bezeichnet, folgt. Von hervorragender Bedeutung ist das sechste Knöchelchen jedes Unterkieferastes, das hintere Endstück desselben, der Gelenkknochen *(os articulare)*, wie er nach seiner Funktion genannt wird.

Während bei den Säugetieren der Unterkiefer mit einigen wenigen Ausnahmen hinten jederseits einen aufsteigenden Ast mit einem Gelenkkopf zur direkten Verbindung mit dem Schädel hat, verlaufen seine Äste bei den Vögeln gerade und tragen oben, kurz vor ihrem hinteren Ende, das oft nach oben ausgezogen erscheint, zum Ansatz grosser Muskeln (Schnabelöffner), einen konkaven Gelenkapparat, in den konvexe Vorsprünge des Quadratbeins in, nach den Familien recht verschiedener Entwicklung spielen. Dieses Quadratbein *(os quadratum)*

selbst ist durch seine Lage sowohl, wie durch seine Funktion ein Knochen, von dem sich nicht sagen lässt, ob er zum Oberschädel oder zum Unterkiefer gehört, er ist, wie die Angel der Thür für Pfosten und Flügel, ein integrierender Bestandteil beider. Sein Name „os quadratum“ ist, wie die meisten anatomischen Bezeichnungen, cum grano salis zu nehmen; er ist ein unregelmässig-viereckiger, von der Seite her zusammengedrückter Knochen, der mit seinen meist ziemlich parallelen Flächen schräg nach vorn und innen gerichtet ist und verschiedene (meist fünf) Fortsätze zeigt: oben befinden sich deren zwei, ein, zwar nach dem Grade der Beweglichkeit des Schnabels sehr verschieden gestalteter, aber immer mit einer konvexen Wölbung versehener äusserer zur Gelenkverbindung mit dem Schädel und ein spitzer, mehr oder weniger verlängerter, der nach innen in die Augenhöhle hinein vorspringt und zur Ansatzstelle gewisser Muskeln dient. Die drei übrigen Fortsätze des Quadratbeins liegen



Quadratbeine *A* eines Papagei, *B* der Ohreule, *C* des Pelikans.

a Obere Gelenkfortsätze — *b* Muskelfortsatz — *c* Gelenkfortsatz für das Jochbein — *d* Untere Gelenkfortsätze — *g* Gelenkfortsatz für das Flügelbein — *y* Luftlöcher. (Nach Magnus.)

alle in seiner unteren Hälfte; der mittlere kann, gleichfalls nach den Ansprüchen, die an die Beweglichkeit des Unterschnabels gestellt werden, ausserordentlich verschieden gestaltet sein, zeigt aber stets eine oder mehrere Konvexitäten, welche in entsprechende Konkavitäten des Gelenkstückes des Unterkiefers eingreifen. Von den beiden unteren, etwas höher gelegenen seitlichen Fortsätzen, die nur gering entwickelt sind, trägt der innere eine Gelenkfläche, bisweilen aber auch eine Gelenkkonvexität zur Verbindung mit dem Flügelbein, während der äussere mit einer kleinen Gelenkpfanne zur Aufnahme des konvexen Hinterendes des Jochbogen-Quadratbeines versehen ist.

Wenn wir die dem, nur bei Vögeln so frei und ansehnlich entwickelten, Quadratbeine und dem Gelenkstück des Unterkiefers entsprechenden Teile bei Säugetieren suchen wollen, so müssen wir uns an die Entwickelungsgeschichte ihrer sogenannten Gehörknöchelchen wenden, und da werden wir finden, dass bei ihnen das Quadratbein zum Amboss und das Gelenkstück zum Hammer geworden ist. Wenn ich sage „sogenannte" Gehörknöchelchen der Säugetiere, so zielt das auf die Ansicht, als ob nun etwa diese Knöchelchen bei der Aufnahme der Vermittelung von Tönen eine Hauptrolle spielten, was wahrscheinlich nicht der Fall sein dürfte. Bei den Vögeln sind sie, wie wir sehen, ganz anders entwickelt, haben eine sehr verschiedene Lage und Funktion, und doch ist es unbestreitbar, dass Vögel ebenso gut, ja vielleicht in mancher Beziehung viel besser wie die meisten Säugetiere hören, sind doch viele von ihnen in hohem Grade musikalisch! —

Durch die Art der Verbindung des Quadratbeins mit dem übrigen Schädel und durch seine grosse Beweglichkeit wird der merkwürdige Schnappmechanismus des Vogelschnabels bedingt. Wird der Unterschnabel durch die Zusammenziehung namentlich der vom Hinterhaupt kommenden und sich an den hinter der Artikulationsstelle gelegenen Endteil des Gelenkstückes des Unterkiefers anhaftenden Muskeln herabgezogen, so wird zugleich das bewegliche Quadratbein namentlich in seiner unteren Partie nach vorn und oben geschoben, wodurch es auf die Knochenketten des Jochbogens und des Flügel-Gaumenbeins und so weiter auf den Seitenteil, namentlich aber auf die Unterfläche des Oberschnabels drückt. Diesem besonders von unten wirkenden Druck wird der Oberschnabel nachzugeben und nach oben zu weichen bestrebt sein; das kann er aber, da ja die Gaumenbeine hinten und innen mit dem schnabelartig verlängerten vorderen Keilbeine beweglich verbunden sind, so dass sie mittels Gleitgelenke auf demselben hinrutschen können, wozu noch kommt, dass das hintere Ende des Oberschnabels oben mit dem Hirnschädel mittels eines federnden, sogen. falschen Gelenkes verbunden ist. Bei manchen Vögeln, z. B. den Papageien, ist diese Gelenkverbindung schon nahe daran, ein wahres Gelenk zu werden, und da hier zugleich jedes Quadratbein, das sich mit dem Unterkiefer mit einem langen, fast halbmondförmigen Gelenke verbindet, sehr stark nach vorn und oben geschoben werden kann, so ist auch gerade hier die Beweglichkeit des Oberschnabels eine ganz bedeutende und ist derselbe bei seiner starken, hakigen Biegung zu einem Kletterorgane ersten Ranges geworden.

Bei Vögeln mit sehr langgestreckten und dünnen Schnäbeln, wie z. B. bei der Schnepfe, hebt sich der Oberschnabel nicht im ganzen, sondern nur in seinem vorderen Ende: der bei Hebung der Quadratbeine von den Flügel-Gaumenbeinen her wirkende Druck ist weniger nach oben als nach vorn gerichtet und die Druckkraft überträgt sich auf die vorderen Partien des knöchernen Oberschnabels, so dass dessen Spitze gehoben wird. —

Es würden nun noch die äusseren und inneren Gruben und Höhlungen des knöchernen Vogelschädels zu erwähnen sein. Unter den ersteren fallen die, wie bei der enormen Entwickelung des Vogelauges im allgemeinen nicht anders zu erwarten, sehr grossen Augenhöhlen auf. Dieselben liegen immer rein seitlich, wie die Augen. Ein Vogel, der etwas fixieren will, thut das immer nur mit einem Auge, indem er den Kopf seitlich wendet. Die bekannte Redensart von den Gänsen, die den Himmel ansehen, wenn's donnert, ist auf Beobachtung wohl begründet. In der Regel ist die Augenhöhle nicht vollständig knöchern umrahmt, indem nur bei den Papageien durch eine Vereinigung eines, auch sonst den Vögeln zukommenden Fortsatzes des Stirn- und Schläfenbeins und eines hinteren des Thränenbeins ein unterer geschlossener Bogen zustande kommt. Bei anderen Formen (z. B. bei Enten u. a. m.) nähern sich die betreffenden Fortsätze einander zwar auch stark, stossen aber nicht unmittelbar zusammen, sondern sind durch eine Bindegewebsbrücke mit einander verbunden. Die obere Wand oder Decke der Augenhöhle ist immer knöchern, die untere ist es nie, sondern wird von der Oberfläche der innern Kaumuskeln resp. am macerierten

Schädel scheinbar durch die Gaumenbeine gebildet. Die hintere, vordere und innere ist bald häutig, bald knöchern, und besonders die letztere, die innere, oder die Augenhöhlenscheidewand *(septum interorbitale)* zeigt eine nach den Arten, zum Teil auch nach dem Alter recht verschiedene Entwickelung. Sie wird immer von der Hahnkammleiste *(crista galli)* des Siebbeins gebildet, die entweder ganz oder grösstenteils häutig bleibt oder grösstenteils oder ganz verknöchert.

Hinten in der Augenhöhle, etwas nach unten, liegt jederseits unmittelbar neben dem Hinterrande der Augenhöhlenscheidewand das ansehnliche Loch zum Durchtritt des Sehnerven *(foramen opticum)*. Oberhalb desselben liegt jederseits ein zweites am macerierten knöchernen Schädel meist gross erscheinendes, im frischen Zustande aber teilweise mit Haut überspanntes Loch von unregelmässig quer ovaler Gestalt. Von seiner innern Spitze verläuft entlang am Dache der Augenhöhle neben der Scheidewand eine Furche oder selten ein Kanal, der vorn oberhalb eines knöchernen aber häutigen die Augenhöhle vorn abschliessenden horizontalen queren Teils des Siebbeins und unterhalb des Thränenbeins in die Nasenhöhle tritt. Nur beim Kiwi-kiwi soll sich hier eine Art Siebplatte befinden, während das Austrittsloch des Riechnerven aus der Augenhöhle sonst immer einfach ist. Ausserdem liegen in der Augenhöhle noch verschiedene andere grössere und kleinere Löcher zum Durchtritt von Hirnnerven, nämlich für den III., IV. und zwei für die Gablung des V., ein oberes zum Durchtritt seines ersten und ein unteres zum gemeinsamen Durchtritt seines zweiten und dritten Astes.

Die Schläfengrube hat wenig charakteristisches; sie ist seicht, liegt hinter der Augenhöhle und oberhalb der Verbindungsstelle von Schädel und Quadratbein, schräg von hinten oben nach vorn unten steigend. Vorn und oben von ihr springt vom Rande der Augenhöhle ein Fortsatz *(processus orbitalis posterior)* des Stirnbeins, zum Teil auch des grossen Flügels des hintern Keilbeins vor, unten endigt sie selbst auf einen in verschiedenem Grade entwickelten (bisweilen bis zum Jochbogen tretenden), in andern Fällen vorn mit dem *processus orbitalis posterior* sich vereinigenden Fortsatz der Schläfenschuppe *(processus jugularis)*.

Die Paukenhöhle ist rund oder oval, meist ziemlich tief, hinten wird sie von einem vorspringenden Teil des seitlichen Hinterhauptbeines umgrenzt, dem vorn der hintere und äussere Rand des Quadratbeines gegenüber liegt. Wird dieser Knochen entfernt, so zeigt sich die Paukenhöhle vorn in wenig ausgeprägter Weise vom Körper des Keilbeins umgrenzt. Der obere Rand wird von der Schläfenschuppe, der untere vom Paukenbein gebildet. Die inneren Wandungen der Grube gehören zum grössten Teil dem Felsenbein, zum kleinern vordern dem Keilbein an. In die Paukenhöhle mündet der innere Gehörgang und die Eustachische Trompete, deren innere Öffnung, mit derjenigen der andern Seite zusammenfallend, auf der Unterseite des Körpers des grossen Keilbeines zu suchen ist.

Oberhalb des Hinterhauptloches tritt oft jederseits eine flache Grube, ein Muskeleindruck, auf, und auf den Stirnbeinen jederseits oberhalb des oberen Augenhöhlen-

randes gelegentlich eine schärfer markierte, in welcher die Nasendrüse mit ihrer Unterseite ruht.

Die vorderen oder richtiger äusseren Nasenöffnungen sind meist rund oder oval, sie liegen in der Regel weit nach hinten am Oberschnabel, besonders beim Pelikan und bei Vögeln mit kontinuierlichen Wandungen des Schnabels, z. B. bei Papageien, Nashornvögeln und Pfefferfressern. Beim Kiwi-kiwi sind sie sehr klein und liegen (eine einzige Ausnahme!) vorn an der Spitze des schnepfenartig entwickelten Schnabels. Bei *Leptosomus*

Schädel von *Leptosoma discolor*,
mit dem sehr weit nach vorn stehenden Nasenloch *(a)*.
(Nach Sclater.)

discolor, einem seltenen und merkwürdigen Kuckucksvogel von Madagaskar, sind sie, wie bei *Eurystomus*, quer von hinten nach vorn aufsteigende Schlitze, und liegen der Spitze des Schnabels weit näher als seiner Basis*). Es mag die eigentümliche Kopfbefiederung des Vogels einen Grund für diese aberrante Lage mit abgeben, indem sich nämlich über die hintere Hälfte des Oberschnabels eine kurze aus nach oben gerichteten Federn bestehende Stirnholle befindet. Beim Tölpel *(Sula)* sind äussere Nasenöffnungen rudimentär, spaltförmig.

*) Vergl. Sclater, Proceed. Zoolog. Soc. of London 1865, pag. 684.

Am macerierten Schädel erscheint der Raum für das Nasenloch meistens weit grösser als es in Wahrheit ist, da es nur selten allseitig von Knochen, wie aussen vom Schnabelepithel umgeben ist. Die verschieden, oft sehr beträchtlich weite Nasengrube, in der das äussere Nasenloch liegt, wird am Skelett unten, vorn und zum Teil auch oben vom Zwischenkiefer, zum andern Teil oben und hinten ganz vom Nasenbein umgrenzt.

Eine weitere, für Vögel (und einige fossile) Reptilien charakteristische Grube liegt zwischen dem Nasenbein vorn, dem Thränenbein oben und dem Oberkieferbein unten. Sie wird als Thränennasenbeingrube *(fossa lacrymo-nasalis)* bezeichnet.

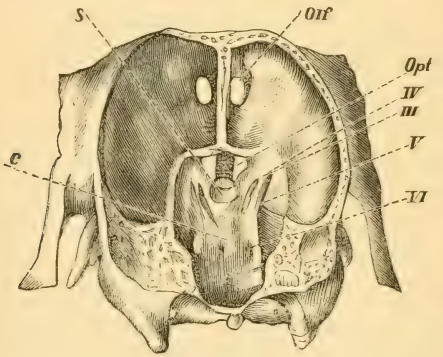
Auf der Unterseite des Oberschädels tritt uns in seinem Gesichtsteile eine umfangreiche unpaare mediane Grube entgegen, die oben vom vorderen Teil des Siebbeins, vom Pflugscharbein, seitlich von den Gaumenknochen, vorn vom mittleren Teil des Zwischenkiefers umgrenzt wird; man könnte sie als Gaumengrube bezeichnen. Sie kommuniziert durch die inneren Nasenlöcher oder Choanen mit der Nasenhöhle. Bei Nashornvögeln, Pfefferfressern, Papageien ist sie durch die kolossale Entwickelung der Knochen des Munddachs sehr verkleinert, jedoch liegen die Choanen niemals oberhalb der Mundhöhle durch Knochenteile von ihr getrennt.

Die Arten, wie sich im Munddach die Gaumenfortsätze des Oberkieferbeins, des Pflugscharbeins u. s. w. zu einander verhalten, hat Huxley*) zu einer systematischen Einteilung der Vögel benutzt.

*) Proceed. Zoolog. Soc. of London 1867, pag. 415.

Am Unterkiefer findet sich in jedem Aste häufig (bei Singvögeln, Tauben, Eulen, schnepfenartigen Vögeln u. a. m.) zwischen dem Zahn-, Winkel- und Oberwinkelbein ein querovales Loch von verschiedenem Umfang: eine im Leben von Haut überspannte Lücke, welche, wie die Nasengrube und wie die Ausschnitte und Löcher am Brustbein gewiss auch zur Erleichterung des Vogelkörpers mit diente.

Wir können die Anatomie des knöchernen Vogelschädels nicht verlassen, ohne mit einigen Worten der



Innenansicht der Schädelhöhle eines Papageies.

C Clivus Blumenbachii — *S* Türkensattel — *Olf* Loch für Austritt des Geruchsnerven — *Opt* des Sehnerven — *III* eines Augenmuskelnerven *(Nervus oculomotorius)* — *IV* eines andern Augenmuskelnerven *(Nervus trochlearis)* — *V* des ersten Astes des *Nervus Trigeminus* — *VI* des *Nervus abducens.* (Nach Magnus.)

Hirnhöhle gedacht zu haben. Dieselbe ist im Verhältnis zu ihrer Länge immer breiter als bei Säugetieren, entsprechend der abgerundeten Gestalt des Hirnschädels,

dem sie sonst, bei der ungleichen, stellenweise aber sehr bedeutenden Entwickelung des schwammigen Knochengewebes *(diploë)*, der die Schädelkapsel zusammensetzenden Beinstücke, nur wenig entspricht. Sie zerfällt auch nicht wie beim Säugetier in drei hinter einander (Geruchsgrube, *fossa rhinencephalica* — Grosshirngrube, *fossa cerebralis* — Kleinhirngrube, *fossa cerebelli)*, sondern in zwei über einander gelegene Gruben: was die Zahl betrifft, eine Folge der Verlegung des ganzen Geruchsorganes ausserhalb des Schädels und was die Lage angeht, eine Folge der aufrechten Stellung des Vogels.

Die obere Grube enthält das grosse Gehirn und ist daher natürlich auch weit umfangreicher als die untere, in der das kleine Gehirn ruht. Letztere zerfällt durch zwei ziemlich flache Längsvorsprünge in einen mittleren und zwei seitliche Teile. Sie enthält die Austrittslöcher für den II. (Sehnerv), III., IV., V. und VI. Hirnnerv (vergl. die Fig. S. 56).

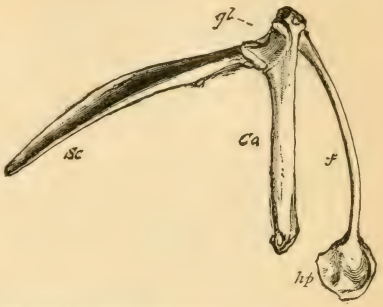
Von allen Teilen des Skeletts haben sich naturgemäss die Gliedmassen und besonders die vorderen in ihrem Baue am weitesten von den Verhältnissen, die sie in der Reihe der Reptilien aufweisen, entfernt.

Durch einseitigen Gebrauch ist die vordere Extremität vereinfacht, es haben so wesentliche Reduktionen an ihr stattgefunden, dass sie auf den ersten Blick und ohne Berücksichtigung der Entwicklungsvorgänge sich nur schwer mit einer Vorderpfote einer Eidechse oder eines Krokodils vergleichen lässt. Zwar am Schultergürtel finden wir alle typischen Teile, wie sie die Reptilien aufweisen, wieder aber vollständig verknöchert und an den Flugmechanismus angepasst.

Das Schulterblatt stellt einen meist langen, oft bis zum Becken reichenden, platten, säbelförmigen Knochen dar, der dem Rückgrate parallel verläuft und durch seine Ausdehnung den von ihm entspringenden Muskeln eine grössere Ursprungsfläche gewährt. An sein vorderes, etwas verbreitertes Ende schliesst sich ein Knochen, der mit Ausnahme der Schnabeltiere bei keinem Säugetier, wohl aber bei den Reptilien als selbständiger Knochen entwickelt ist, — das Rabenschnabelbein *(os coracoideum)*. Dieser Knochen, von den älteren Anatomen als wahres Schlüsselbein bezeichnet, verbindet sich bei den meisten Vögeln mit dem Schulterblatt unter einem nach hinten offenen Winkel, selten von mehr, meist von weniger als 90°, und bildet anderseits eine ziemlich breite, fast immer undurchbrochene Platte, die nur beim Kiwi-kiwi *(Apteryx)* von einem feinen Loche durchbohrt ist. Sie fügt sich mit einem etwas verbreiterten vorderen und unteren Ende in eine Furche des oberen seitlichen Randes des Brustbeins ein und divergiert dabei mit ihrem Pendant der andern Seite in verschiedenem Masse. Das andere Ende des Rabenschnabelbeins bildet aussen mit dem vorderen, äusseren Ende des Schulterblatts zusammen zur Verbindung mit dem Oberarmbein eine Gelenkgrube *(fossa glenoidea)*.

Nach innen mit jedem der beiden Rabenschnabelbeine verbindet sich ein unpaarer, aber symmetrischer Knochen von Gestalt eines V, — der Gabelknochen *(furcula)*. Diese Furcula, — sozusagen der populärste Knochen am Vogelskelett, vom Aberglauben zu Liebesorakeln u. dergl. bei verschiedenen Völkern gern benutzt und von den

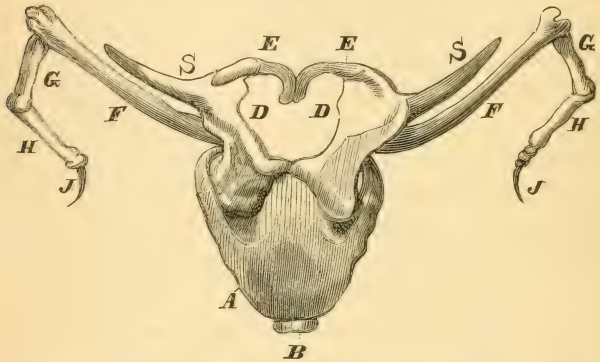
Engländern mit Beziehung „the merry thought“ genannt, wurde von den meisten älteren Anatomen für einen der Vogelklasse ganz eigentümlichen Knochen gehalten und als accessorisches vorderes Schlüsselbein bezeichnet, obwohl schon Borelli ihn für die vereinigten, wahren Schlüsselbeine erklärt und das gemeinlich sogenannte Schlüsselbein als einen selbständig gebliebenen Teil des Schulterblatts erkannt hatte. Die mediane Spitze dieses vor und zwischen den Rabenschnabelbeinen und oberhalb des Brustbeins gelegenen Gabelknochens erreicht nur bei wenigen Vögeln dessen oberen Rand, bisweilen allerdings sogar mit demselben verschmelzend ist es doch meist nur mittels Bandmasse, in der vielleicht Elemente des sonst fehlenden Episternums (s. oben) stecken, mit ihm verbunden. Nur bei wenigen Vögeln (einigen Papageien, Pfefferfressern) bleiben die beiden Hälften der Furcula ungetrennt, vereinigen sich resp. nur mit Bandmasse; bei dem fossilen, zahntragenden *Hesperornis* aus der Kreide legen sich beide Hälften in der Mittellinie mit scheibenartiger Verbreiterung an einander, ohne indessen zu verschmelzen, bei Straussen und Casuaren sind sie rudimentär geworden



Rechtshälftiger Schultergürtel eines Huhnes.

gl Gelenkgrube — *f* Schlüsselbein — *Co* Rabenschnabelbein — *Sc* Schulterblatt — *hp* das s. g. Unterschlüsselbein *(hypocleidium)*. (Nach Huxley.)

und mit dem Rabenschnabelbein verschmolzen, beim *Apteryx* endlich fehlen sie vollkommen. Ihre Enden verbinden sich nach oben, aussen und hinten durch Bandmasse erstens mit dem oberen Fortsatze des Rabenschnabelbeins und darüber hinaus mit einem kleinen, spitzen Haken des Schulterblatts.



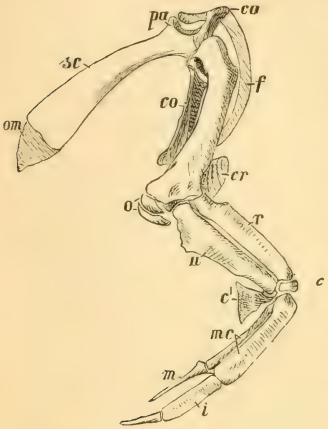
Schultergürtel und Brustbein vom Neuholländischen Casuar.

ss Schulterblatt — *DD* Rabenschnabelknochen — *EE* Schlüsselbeine — *FF* Oberarm — *GG* Unterarm — *HH* Vereinte Mittelhand- und Handwurzelknochen — *JJ* Freie Phalange — *A* Brustbeinplatte — *B* Knorpelfortsatz.
(Nach Fremery.)

Der Gabelknochen zeigt in der Vogelreihe sehr verschiedene Grade der Entwickelung, die offenbar mit der so verschieden entwickelten Flug- resp. Bewegungsfähigkeit zusammenhängen. Indem er als verwachsener, elastischer, geknickter Stab zwischen den vereinigten Schulterblatt-Rabenschnabelknochen jeder Seite eingeschaltet ist, wirkt er wie eine Feder. Wo die Flügel als Bewegungsorgane beim Fliegen oder Tauchen und Schwimmen unter Wasser,

das bei den Vögeln auch ein Fliegen genannt werden kann, dienen, werden beide immer zur gleichen Zeit und nicht wie die vorderen Gliedmassen bei den meisten übrigen Wirbeltieren abwechselnd in Bewegung gesetzt. Daher drücken sie in Folge der medianwärts wirkenden Kontraktionskraft der Brustmuskeln mit bedeutender Gewalt von rechts und links aussen nach innen auf jede der beiden vom Schulterblatt und Rabenschnabelbein gebildeten Spangen, die auf einander hin gepresst werden, soweit eben die Federkraft des Gabelknochens dies gestattet. Die nach innen wirkende Druckkraft der Brustmuskeln jeder Seite wird in gewissem Sinne durch diesen Knochen neutralisiert, indem sie sich auf denselben überträgt und, nach dem Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte, von beiden Seiten her gerade nach dem medianen Punkte hin wirkt, in dem sich die beiden ursprünglich getrennten Schlüsselbeine zur Furcula vereinigen. Mit dem Aufhören der eigenartigen Bewegung der vorderen Extremität der Vögel und damit der wirkenden Druckkräfte tritt eine Reduktion der Furcula auf: bei gewissen, fast ausschliesslich kletternd in den Baumwipfeln sich bewegenden, nur selten fliegenden Papageien bleiben die Schlüsselbeine getrennt; beim neuseeländischen Erdpapagei, der das Flugvermögen fast vollkommen einbüsste, erscheinen sie noch mehr verkleinert, ebenso, wie bemerkt, bei Straussen und Casuaren und beim *Apteryx* endlich sind sie ganz verschwunden. Anders aber liegt die Sache bei denjenigen Schwimmvögeln, die, wie die Pinguine und der grosse ausgestorbene Alk *(Alca impennis)*, die Fähigkeit zu fliegen verloren resp. nie erwarben, deren

Extremitäten aber doch in ähnlicher Art und Weise wie beim Fliegen in der Luft benutzt werden. Eine gewisse Parallele in der Entwicklung von Furcula und Brustbeinkiel ist unverkennbar, aber der nächste Grund für den Entwicklungsgrad der einen ist ein ganz verschiedener als für den des andern.



Flügelknochen eines Pinguins *(Spheniscus chiloensis).*

c und *c'* Speichen- und Ellenhandwurzelknochen — *co* Schlüsselbein — *cr* Vorderer Teil des Brustbeinkammes — *f* Gabelbein — *i* Hauptfinger — *m* Kleiner Finger — *mc* Mittelhand — *o* Ellenbogenknochen — *om* Knorpliges Oberschulterblatt *(Suprascapula)* — *pa* Akromialfortsatz des Schulterblatts — *r* Speiche — *sc* Schulterblatt — *u* Elle. (Nach Pagenstecher.)

Die straussartigen Vögel zeigen im Bau ihres Schultergürtels noch die anderweitige Modifikation, dass Rabenschnabelknochen und Schulterblatt mit einander verschmelzen. Es treten aber auch sonst Verschmelzungen am Schultergürtel auf: so verwächst die Furcula mit dem Brustbeine bei vielen scharbenartigen und watenden Vögeln, bei einem sonderbaren Vogel Südamerikas *(Opisthocomus)* ausserdem noch mit dem Rabenschnabelbein. Die umfangreichste Verschmelzung habe ich selbst indessen einmal an dem Skelett eines sehr alten Fregattvogels beobachtet, an dem die ganzen beiderseitigen Knochen des Schultergürtels unter sich und der Gabelknochen ausserdem noch mit dem Brustbein derart verschmolzen waren, dass der ganze

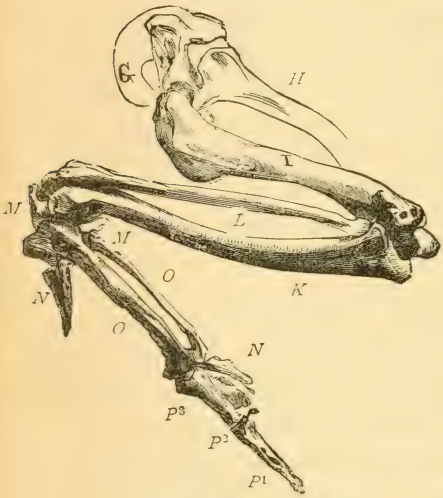
Knochenapparat von grossen pneumatischen Hohlräumen, die unter sich und mit denen des Brustbeins kommunizierten, durchzogen war.

Das Auftreten der Pneumatizität in den Knochen des Schultergürtels ist übrigens in der Vogelreihe recht verschieden: am häufigsten ist das Rabenschnabelbein lufthaltig (nicht bei kleinen Singvögeln, einigen Eulen, Tauben, Sumpf- und Schwimmvögeln), weniger häufig das Schulterblatt und noch seltener die Furcula. Bei einem Perlhuhn *(Numida cristata)* erscheint der mediane Teil des Gabelknochens blasig erweitert und dringt von oben her eine Schlinge der verlängerten Luftröhre in diese Erweiterung.

Einigen Vögeln (Raubvögeln, Spechten, gewissen Singvögeln, namentlich den Würgern) kommt am Schultergürtel noch ein kleines dreieckiges, accessorisches Knöchelchen *(os humero-scapulare)* zu, das, oberhalb der Gelenkpfanne zwischen Schulterblatt und Oberarmbein gelegen, keine morphologische Bedeutung hat und nichts ist als eine lokale Verknöcherung des langen dünnen Bandes, das vom Schulterblatt an das Oberarmbein geht.

Die vordere Extremität zeigt in ihrem freien Abschnitte zwar auch hier die typischen Teile, die sie überall, wo sie vollständig entwickelt ist, aufweist, nämlich Oberarmbein, Elle und Speiche, Handwurzelknochen und Fingerglieder, aber mit manchfachen Umbildungen und Reduktionen, namentlich der Handteile. Zunächst ist die Lage der ruhenden vorderen Extremität eines Vogels eine ganz abweichende von der des Vorderfusses irgend eines bekannten, lebenden Reptils; das Oberarmbein legt sich nach hinten gerichtet dem Brustkasten dicht an, wobei

es zugleich eine derartige Drehung erfährt, dass diejenige Seite, welche bei Reptilien vollkommen nach innen gerichtet ist, sich zum grössten Teil nach aussen wendet. Der Unterarm ist wieder nach vorn gerichtet und die Hand, die sich nicht, wie etwa beim Menschen, hauptsächlich von oben nach unten, sondern von innen nach aussen, also durch Abduktion und Adduktion bewegt, ist ihrerseits wieder nach hinten geklappt, sodass der Vogelflügel ungefähr die Gestalt eines $\leq$ erhält. Die drei Abschnitte, die dieses $\leq$ darstellen, vermögen sich nun niemals derart zu strecken, dass ihre Längsachsen zusammenfallen und eine gemeinsame Achse der ganzen vorderen Extremität darstellen, immer bleibt zwischen je zwei Abschnitten ein Winkel und das hat verschiedene Ursachen. Einmal gestattet der Bau des Gelenkes zwischen Ober- und Unterarm keine derartige Streckung und zweitens wird eine solche noch ausserdem dadurch zur vollständigen



Flügelknochen eines Falken.

H Schulterblatt — *I* Oberarmbein — *L* Speiche — *K* Elle — *MM* Handwurzelknochen — *N* Daumen — *OO* Mittelhandknochen — P^1 P^2 P^3 Phalangen.

Unmöglichkeit, dass zwischen dem Bewegungspunkt von Oberarm und Hand eine dreieckige, elastische Haut (das *Patagium*) ausgespannt ist, deren freier Vorderrand noch durch ein Band verstärkt wird, das in vollster Ausspannung höchstens dreiviertel so lang ist, wie Oberarm und Unterarm zusammen, mithin eine vollständige Streckung beider ausschliesst. Die Anordnung der Armmuskeln gestattet nur, dass die Hand selber bloss soweit gestreckt werden kann, als das elastische Band des Patagiums ihre Innenseite anzieht, wodurch ihre Achse nur als Verlängerung des Vorderrandes dieses Patagiums erscheint, aber nicht mit der des Unterarmes zusammenfallen kann, sie wird vielmehr mit diesem unter allen Umständen gleichfalls einen, und zwar hinten offenen Winkel bilden. Es befindet sich folglich die Hand dem Unterarm gegenüber fortdauernd in einem Zustande grösserer oder geringerer seitlicher Beugung, sie kann sich, bei vollkommenem Unvermögen der Hebung, Senkung und Drehung, nur in einer solchen Ebene bewegen, die immer in die Längsachse des Körpers fällt, sich aber nicht in einem Winkel zu ihr stellt, eine Einrichtung, die, wie wir später sehen werden, von der grössten Bedeutung bei der Flugbewegung ist.

Der Oberarm ist am oberen Ende verbreitert, mit einem nur wenig prononcierten flachen, ovalen Gelenkkopf und zwei Muskelleisten (einer vorderen und einer hinteren), welche sich in ihrer Entwicklung nach der Entwicklung der sich hier inserierenden Muskeln, mithin auch der Entwickelung der Flugfähigkeit richten, wobei der vordere auch mit dem Entwicklungsgrad des Brustbeinkiels entsprechend gleichen Schritt halten muss. Das

untere Ende des Oberarmbeins erscheint gleichfalls, aber weniger als das obere verbreitert und hat zwei Gelenkfortsätze: einen kleineren, halbkugeligen hinteren, resp. inneren zur Verbindung mit der Elle, und einen vorderen, resp. äusseren, länglichen und stärker vorspringenden zur Verbindung mit der Speiche, der so gekrümmt ist, dass die Speiche bei einer Biegung des Vorderarmes ein wenig an der Elle entlang nach der Handwurzel zu verschoben wird, folglich auf deren Innenseite einen Druck ausübt und so die ganze Hand im Zustand der Ruhe nach hinten zwingt und von unten her gegen den Unterarm einschlägt; bei Streckung des Vorderarmes geht natürlich das Gegenteil vor sich und wird so zugleich die Leistung jenes elastischen Bandes im Patagium unterstützt.

Dieser schon von Bergmann und Leuckart in ihrer „Anatomisch-physiologischen Übersicht des Tierreiches" gründlich erörterte Bewegungsmechanismus ist später von Elliot Coues nochmals untersucht worden. Wird der Unterarm vom Oberarm her ausgestreckt, so streckt sich durch die blosse mechanische Anordnung der betr. Skelettteile die Hand von selber, und umgekehrt, wird der Unterarm gegen den Oberarm eingeschlagen, so schlägt sich auch die Hand von selbst gegen den Unterarm ein.

Da das Handgelenk mit dem Ellbogengelenk durch zwei feste (knöcherne) Stäbe, Speiche und Elle, in Verbindung steht, so muss jede Veränderung in der Lage dieser beiden Stäbe, welche durch Druck oder durch Anziehen auf einen der beiden Stäbe, während der andere in

Ruhe bleibt, im Ellbogengelenk ausgeübt wird, auf das Handgelenk übertragen werden. Bei einer bestimmten Stellung des Unterarmes gegen das Oberarmbein, z. B. bei Streckung, wird sich die Gelenkfläche des Oberarmbeins durch die Elle der Handwurzel stärker nähern, als diejenige, welche durch die Speiche mit der Handwurzel in Verbindung steht, da die Gelenkfläche für die Elle am Oberarmbein stärker hervorspringt, als die für die Speiche. Bei einer andern Bewegung — z. B. bei der Beugung — wird sich die Gelenkfläche des Oberarmbeins für die Speiche dem Handgelenk mehr nähern, eben weil sie höher liegt. Die beiden Knochenstäbe, Speiche und Elle, müssen unter allen Umständen, das leuchtet ein, also auch bei jeder Stellung ihre gleiche Länge behalten, daher muss ein jeder Unterschied der Lage ihrer Gelenkflächen im Ellbogengelenk auf diejenigen im Handgelenk übertragen werden und sich hier genau wiederholen, d. h. bei Streckung des Unterarms entfernt sich die Speiche von der Handwurzel zufolge seiner Verbindung mit dem Oberarmbeine in einer Gelenkfläche, welche von der Handwurzel weiter entfernt ist. Wird hingegen der Unterarm gebeugt, so wird die Speiche nach der Handwurzel hin verschoben, weil dann die Gelenkfläche des Oberarmbeins für sie der Handwurzel sich nähert.

Da nun das untere Ende der Speiche an das auf der äussern oder Daumenseite der Hand gelegene Kahnbein stösst, so muss die durch Vorschieben der Speiche zustande gekommene Bewegung auf die Hand selbst übertragen werden und diese wird sich um das Bewegungszentrum des Handgelenkes drehen; wird die Speiche

zurückgezogen, so wird die umgekehrte Bewegung stattfinden. Es sind nur zwei abwechselnde Bewegungen des Unterarmes überhaupt möglich: einfache Adduktion oder Beugung und einfache Abduktion oder Streckung, durch diese kommen auf rein mechanischem Wege, ohne Zuthun der Muskulatur, weiter die entsprechenden Bewegungen der Hand zu stande.

Die Speiche und die Elle, die zusammen den knöchernen Unterarm bilden, folgen bei gestrecktem Flügel nicht von innen nach aussen, sondern von vorn nach hinten auf einander und ist die Elle stärker, während im Übrigen beide Knochen einander sehr gleichen, gerade oder nur schwach gebogen und an beiden Enden nur wenig verbreitert sind. Häufig, namentlich bei älteren Vogelindividuen, sieht man auf der Hinterseite der Elle eine Reihe erhabener Knochenknötchen, die der Zahl der Armschwungfedern entsprechen und mit den Hautstellen, in denen diese Federn wurzeln, durch Bandmasse innig verbunden sind.

Die Knochen der normalerweise dreifingerigen Hand erscheinen bei den ausgebildeten lebenden Vögeln am meisten reduziert: die der Handwurzel sind bis auf zwei, die der Elle und Speiche entsprechenden Pyramiden- und Kahnbeine *(os ulnare* und *radiale)* geschwunden. Bei der unentwickelten Frucht aber finden sich deren meist fünf, mindestens vier, in zwei Reihen angeordnet, die vordere, aus drei oder zwei Stücken bestehende Reihe verschmilzt indessen mit den Mittelhandknochen, die am hinteren Ende gleichfalls mit einander verschmelzen, während am vorderen bloss der zweite und dritte sich vereinigen, wenn

sie nicht ihrer ganzen Länge nach zusammenwachsen. Auch die Zahl der Fingerglieder erscheint wesentlich vermindert, der erste und dritte Finger wird in der Regel aus nur einem, der zweite aus zweien gebildet, doch erleidet diese Regel zahlreiche Ausnahmen, wie die folgende Tabelle nach Amory Jeffries ergiebt:

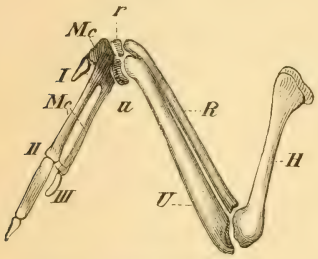
Vogelgruppe	Zahl der Phalangen an Finger		
	I	II	III
a) Singvögel, Spechte, Kuckucksvögel, Papageien, Tauben, Nachtraubvögel, Scharben, Reiher, Pinguine	1	2	1
b) Tagraubvögel, Hühner, Rallen, Schnepfenvögel, amerikanische Strausse	2	2	1
c) Entvögel, Kamichi *(Palamedea)*, Trappen, Taucher, Steisshühner	2	3	1
d) afrikanischer Strauss	2	3	2
e) Langschwinger	1—2	2	1
f) Casuar und Apteryx	0	3	0

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass den Zahlen der Phalangen der Vogelhand durchaus keine systematische Bedeutung innewohnt: heterogenste Elemente sind vereint, nahe verwandte auseinandergerissen.

Der erste Finger, der Daumen, tritt als Vorsprung am Flügelrande auf, trägt häufig eine besondere Gruppe

von Federchen (die sog. *alula)*, bei einigen Vögeln aber auch einen stachelartigen Nagel, worauf später zurückzukommen sein wird.

Das Verhältnis der Länge des ganzen Flügels zur Grösse oder richtiger zur Schwere des Körpers eines Vogels hängt wesentlich ab vom Grad seiner Flugfähigkeit und es lässt sich sagen, dass der knöcherne Flügel im allgemeinen um so grösser ist, je besser ein Vogel fliegt. Die Längenproportionen der drei einzelnen Armabschnitte sind aber bekanntlich bei den Vögeln sehr verschieden; man kann in dieser Hinsicht drei Gruppen unterscheiden: solche, und das sind die zahlreichsten, bei denen der Unterarm am längsten ist, solche, bei denen der Oberarm, und solche, bei denen die Hand an Länge präponderiert. Für das Flugvermögen an und für sich scheint es gleichgültig zu sein, welcher Abschnitt des Armes am längsten ist, wenn der Flügel überhaupt nur eine beträchtliche Längenentwickelung erreicht; wenigstens finden sich in allen drei Gruppen ausgezeichnete Flieger, die sich freilich in der Art des Fluges wieder wesentlich unterscheiden.



Vordere Gliedmasse der Amsel.

H Oberarmbein — *R* Speiche — *U* Elle — *r* Speichenvorknochen *(Radiale)* — *u* Ellenvorknochen *(Ulnare)* — *Mc* die drei Mittelhandknochen, mit denen die äussere Reihe der Handwurzelknochen bereits verschmolzen ist — *I—III* die drei Finger. (Nach Wiedersheim.)

In der folgenden kleinen Liste, in der die Vogelarten nach den betreffenden Verhältnissen geordnet sind,

ist der Oberarm immer gleich 100 gesetzt und sind die Längen der beiden andern Armabschnitte darnach berechnet:

Art:	Oberarm	Unterarm	Hand
1. Gruppe:			
Kuckuck	100	138	58
Ziegenmelker	„	133	116
Eisvogel	„	126	52
wilde Felstaube	„	125	80
Kernbeisser	„	120	70
gemeiner Bussard	„	120	54
grosse Rohrdommel	„	112	53
Pelikan	„	108	83
Goldfasan	„	103	51
2. Gruppe:			
Schwan	„	95	44
Steissfuss	„	94	42
Blesshuhn	„	98	59
3. Gruppe:			
Seeschwalbe *(Sterna paradisea)*	„	122	128
Kolibri	„	100	240
Turmschwalbe	„	143	286

Als gute Flieger aus der ersten Gruppe können wir bezeichnen den Kuckuck, die Taube, den Ziegenmelker

und den Pelikan, freilich zeigen die drei letzteren dabei auch schon einen ansehnlich vergrösserten Handabschnitt; von den Vögeln der zweiten Gruppe fliegt der Schwan ausgezeichnet und die drei Vogelarten, welche in der Tabelle die dritte Gruppe ausmachen, sind als brillante Flieger sattsam bekannt. Wir lernen aber aus obiger Liste, so klein sie auch ist, noch etwas, dass nämlich die Längsproportionen der einzelnen Armabschnitte nun und nimmer auf irgend welche Verwandtschaftsverhältnisse der betreffenden Vogelarten hindeuten können, sondern lediglich das Resultat ähnlicher Lebensweise sind, eine Thatsache, die im Auge behalten werden muss, wenn wir jetzt an die Beurteilung der Flügelorganisation derjenigen Vögel, die nicht zu fliegen vermögen, herangehen.

Wenn wir zunächst versuchen uns über die Ursachen, welche einem Vogel das Fliegen abgewöhnen und im Laufe der Generationen damit auf seinen Bau umgestaltend einwirken können, klar zu werden, so werden wir finden, dass es im Grunde nur eine giebt, — das Verschwinden des Flugbedürfnisses, denn wenn unter Umständen (Strausse) die Tiere so gross und so schwer werden, dass ein anhaltender Flug überhaupt von vornherein ausgeschlossen erscheint, so ist das nicht Ursache, sondern lediglich Folge der aufgetretenen Flugunfähigkeit. Das Flugvermögen wird aber einmal da verschwinden und zwar zum grösseren Vorteil verschwinden, wo fliegende Tiere (nicht bloss Vögel!) auf sehr beschränktem Raume leben, ohne den Nachstellungen von Feinden ausgesetzt zu sein, auf Inseln also, auf denen sie sozusagen die erste Rolle spielen. So finden wir von Vögeln, die zum

Flug unbefähigt sind und waren, die z. T. gigantischen Moas *(Dinornithidae* und *Palapterygidae),* eine Ralle *(Notornis Mantelli),* die sonderbaren Kiwi-kiwis *(Apteryx),* — Vögel, die mit den Straussen einerseits und den Casuaren anderseits sicher nicht entfernt verwandt sind, wenn schon eine nach Analogien urteilende systematische Auffassung sie mit ihnen vereinigt, — einen Papagei *(Habroptilus)* auf Neuseeland. Auf Madagaskar lebte ein Vogel von unsicherer systematischer Stellung *(Aepyornis),* auf Mauritius und Rodriguez je eine modifizierte Taube (der Dodo, *Didus ineptus,* und der Solitär, *Pezophaps solitarius),* auf den Molukken bis auf Australien hausen die Casuare und Tristan d'Acunha birgt ein Rohrhuhn *(Gallinula nesiotis)* mit schwachen, weichen Flügeln, das niemals fliegt. Diese Neigung der Flügel sich auf Inseln zu reduzieren, treffen wir auch sonst, wenn schon es nicht zur vollkommenen Flugunfähigkeit kommt: so werden die Balearen von einer eigenen Rasse unseres Kreuzschnabels *(Loxia curvirostra, var. balearica)* bewohnt, deren Flügel wesentlich kürzer als die der Stammrasse erscheinen und besonders die Vogelfauna der australasiatischen Inselwelt liefert eine ganze Reihe ähnlicher Beispiele, indem hier dieselbe Vogelart entsprechend der Grösse der bewohnten Insel sehr schwankende Längenverhältnisse der Flügel haben kann. Freilich soll nicht unerwähnt bleiben, dass der Aufenthalt auf Inseln den Vögeln auch ganz das Gegenteil, nämlich verlängerte Flügel, anzuzüchten vermag, dann nämlich, wenn die betr. Inseln zu gleichen Archipelen gehören und nicht allzuweit aus einander liegen, und wenn die betr. Vögel von Haus aus

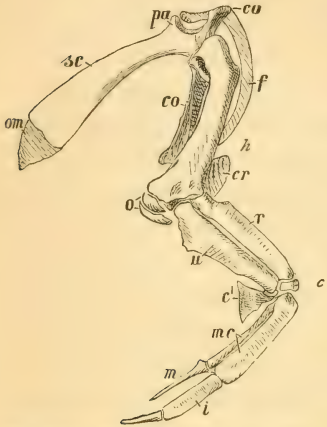
zu den guten Fliegern gehören. Diese Erscheinung findet sich z. B. bei einigen Tauben der Molukken.

Die Verkürzungen der vorderen Extremitäten werden bei den Vögeln wahrscheinlich zuerst am Gefieder auftreten und nach und nach, von aussen nach innen fortschreitend, auch die einzelnen Abschnitte des knöchernen Armes betreffen, wenn hier nicht etwa zugleich Neuanpassungen auftreten, wie es der Fall bei den afrikanischen und amerikanischen Straussen und bei einigen Schwimmvögeln ist. Die Strausse bilden eine zweite Gruppe nichtfliegender Vögel, bei denen das Flugvermögen gleichfalls als wenig vorteilhaft, vielleicht selbst nachteilig verschwunden ist. Die meisten Vögel, die freie, weit ausgestreckte Flächen bewohnen, bewegen sich mehr laufend als fliegend, wenn es nicht ausschliessliche Insektenfresser oder Raubvögel sind, und selbst diese machen unter Umständen keine Ausnahme. Auf den oft von wilden Stürmen durchrasten Hochebenen (Puntas) Chilis fliegen alle Vögel wenig und laufen mehr auf dem Boden, darunter selbst zwei Falkenarten. Auch so ausgezeichnete Flieger, wie die Faust- und Steppenhühner, laufen viel und anhaltend, von Trappen und Wachteln, die selbst einen grossen Teil ihrer Wanderungen laufend zurücklegen, zu schweigen. Die alt- und neuweltlichen Strausse — auf jenen ungeheuern Steppen- und Wüstenflächen wohl, abgesehen von Seiten des Menschen her, nur wenig Verfolgungen ausgesetzt, aber doch der mehr vereinzelt auftretenden Nahrung halber auf eine schnelle Ortsveränderung angewiesen — werden sich immer mehr und mehr auf ihr Laufen verlassen haben, zumal gerade

auf so unbegrenzten Flächen bei den nicht seltenen heftigen Winden nur ein sehr sicherer Flug, wie ihn grössere und schwerere Vögel kaum erwerben konnten, eine nicht verhängnisvolle Gabe gewesen sein dürfte. Es ging aber mit den Flügeln der Strausse in gewissem Sinne ein Funktionswechsel vor sich, — als Flugorgane verloren sie ihre Bedeutung, aber als Balancierstangen und Segel erhielten sie für jene hochbeinigen, langhalsigen, schweren Vögel eine neue Bedeutung. Wissen wir doch, dass auch andere, fliegende Vögel häufig im Falle raschen Laufens ihre Flügel in derselben Art gebrauchen.

Ähnlich liegt die Sache bei gewissen Schwimmvögeln, bei den Lummen und Alken, wo der Flügel, wenigstens bei einer Art *(Alca impennis)*, auch kein Flugorgan mehr ist, sondern sich zu einem Wasserruder umgebildet hat. Ich erwähne hier absichtlich der Pinguine nicht, die von der Systematik mit den Alken u. s. w. in eine Gruppe *(Urinatores)* gebracht zu werden pflegen. Mit grossem Unrecht, meiner Meinung nach! Auch dies ist wieder so eine künstliche, aus Analogien konstruierte, aber gar nicht auf Homologien beruhende Verwandtschaft! Die Alke sind die durch ähnliche Lebensweise den Pinguinen bis zu einem gewissen Grade auch ähnlich gewordenen Repräsentanten dieser in der nördlichen Meereswelt, nichts mehr und nichts weniger; sie sind so wenig näher mit ihnen verwandt, wie etwa die Nektarinien mit den Kolibris! Die Pinguine sind eine ganz abgeschlossene Vogelgruppe für sich, sie stehen den alten Dinosauriern noch am nächsten, sie ragen ohne alle näheren Verwandten isoliert in die moderne Fauna herein. Aus

dieser meiner Ansicht ergiebt sich als Konsequenz, dass ich die vordere Extremität der Pinguine nicht als einen rückgebildeten Flügel ansehe, sondern als einen Übergang der vordern echten Dinosaurierextremität zu diesem, der aber durch eine vorzeitige Anpassung an das Wasserleben gewissermassen in seiner Weiterentwicklung in dieser Richtung gehemmt und zum Ruder wurde. Bekannt ist es ja, dass die Pinguine ihre Vorderextremität nicht nur zum Schwimmen benutzen, sondern sie bei rascher Bewegung auf dem Lande als Gehwerkzeug gebrauchen und so hurtig auf allen Vieren dahinrutschen, was andere nesthockende Vögel (z. B. Falken) nur als Nestjunge thun.



Flügelknochen eines Pinguins ***(Spheniscus chiloensis).***

sc Schulterblatt — *om* Schulterblattknorpel — *pa* Akromialfortsatz des Schulterblatts — *co* Rabenschnabelbein — *f* Schlüsselbein — *cr* Spitze des (im übrigen weggelassenen) Brustbeinkammes — *h* Oberarmbein — *u* Elle — *r* Speiche — *o* Ellbogenknochen — *c'* Ellenvorknochen — *c* Speichenvorknochen — *mc* Mittelhandknochen — *i* Grosser, *m* kleiner Finger. (Nach Pagenstecher.)

Es giebt übrigens noch einige andere Fälle von Reduktionen (resp. anderseits Verlängerungen) der Flügel, deren zunächstliegende Ursache eine andere ist, da die betreffenden Vögel weder kleine Inseln noch ausgedehnte Flächen bewohnen, noch endlich Schwimmvögel sind. Es handelt sich um Lokalrassen. So misst, um

ein Beispiel statt vieler anzuführen, der Flügel (NB. der befiederte) bei den ausgewachsenen europäischen Exemplaren des Goldregenpfeifers 19.8 cm, bei denen von Südafrika und dem südlichen Ostindien hingegen nur 17.7 cm! Aber der Goldregenpfeifer ist bei uns ein Zugvogel, daher gar sehr auf gut entwickelte Flügel angewiesen, in jenen warmen Ländern nicht oder höchstens in sehr beschränktem Grade.

Die Massverhältnisse der vorderen Gliedmassen der vollständig flugunfähigen Landvögel zeigen äusserst schwankende Verhältnisse, was wir am besten erkennen, wenn wir einen andern Teil des Vogelkörpers als Grundmass annehmen, z. B. die Entfernung des ersten, eine freie Rippe tragenden Rumpfwirbels vom ersten freien Schwanzwirbel, und dieses Mass als Rumpfmass gleich 100 setzen und die anderen Masse hiernach berechnen; es ist dann:

Vogelart:	Rumpf	Oberarm	Unterarm	Hand
Helmcasuar	100	12	9	5.5
austral. Casuar	„	17	13	11
Apteryx	„	22.5	12	8
afrikan. Strauss	„	39	14	16.5
amerikan. Strauss	„	56	35	20
Solitär*)	„	38	28	21

*) Dieses Mass ist ungenau, nach der Abbildung von Owen genommen. Die anderen Masse habe ich selbst an Skeletten der Leipziger Sammlung gemessen.

Auch diese unansehnliche Liste ist lehrreich genug: beim Helmcasuar, der als Bewohner des Waldes und nicht freier Flächen keiner Balancierstange und keines Segels bedarf, erscheinen die Flügel am meisten verkürzt, auf ihn folgt *Dromaius*. Überraschend ist es, dass *Apteryx* erst in dritter Linie figuriert, aber hier hat die vordere Extremität einer neuen Funktion zu entsprechen: sie wirkt als Waffe. Die beiden Strausse, namentlich aber der amerikanische, zeigen ganz andere Proportionen und das ist offenbar die Folge des Gebrauchs, den sie von ihren Flügeln machen, die zwar keinen Flug mehr ermöglichen, aber doch, wie hervorgehoben, die Hauptfunktion einer Extremität, als Bewegungsorgan zu dienen, noch nicht so vollständig aufgegeben haben, wie bei den Casuaren und den Kiwis. Wie nahe bei den Straussen die vordere Extremität dem wahren Flügel noch steht, erkennen wir auch an der Entwicklung ihres Gefieders!

Fragen wir nun einmal beiläufig, was sind denn eigentlich jene Charaktere, welche den Ratiten gemeinsam sind und sie von allen übrigen Vögeln, den Carinaten, abtrennen sollen? so muss die Antwort lauten: es sind einfach solche, die als notwendige Konsequenz des mehr oder weniger langen Verschwundenseins der Flugfähigkeit in mehr oder weniger hohem Grade erworben werden mussten, ob sie nun das Skelett, die Muskulatur, das Gefieder, den Bau der Eingeweide, des Urogenitalapparates oder was sonst immer betreffen. Sie beruhen auf Convergenz, sind analog, durch gleiche Anpassungen erworben, aber nun und nimmer homolog, auf nähere Verwandtschaft hindeutend. Will man Strauss und Kiwi

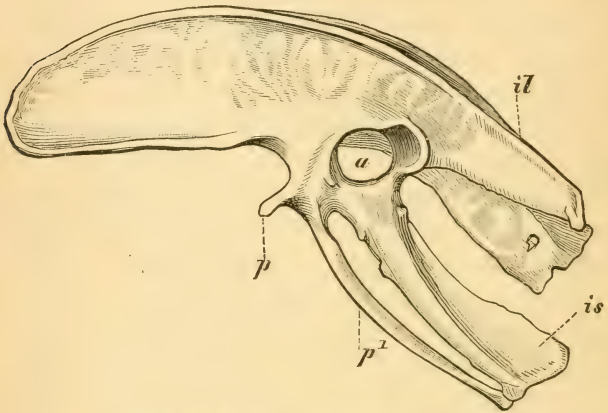
in einer Familie belassen, so sei man wenigstens konsequent und nehme den Dodo, Solitär, Erdpapagei und *Hesperornis* auch mit dazu, was mit dem letztern Marsh und Dames ja auch wirklich thun. —

Die hintern Gliedmassen der Vögel zerfallen wie die vordern in einen Rumpfabschnitt, den Beckengürtel und einen freien Abschnitt, das Bein. Während aber die Knochen des Schultergürtels eine gewisse und teilweise (Schulterblatt) bedeutende Beweglichkeit behalten und thatsächlich durch Muskeln (abgesehen von dem Schlüsselbein) bewegt werden, und nur in sehr entfernte Beziehungen zur Wirbelsäule treten, ist beim Beckengürtel das Umgekehrte der Fall, keiner seiner Teile ist frei beweglich, wenn es mit Muskeln in Kontakt tritt, so geschieht dies nur, um ihnen Ursprungsstellen zu bieten. Auch in freiem Abschnitt zeigen die vordern und hintern Gliedmassen, abgesehen von ihrer physiologischen Leistung, erhebliche, wenn auch durch diese bedingte Unterschiede: im knöchernen Gerüst des Vogelflügels herrscht grosse Gleichförmigkeit, das des Vogelbeines ist sehr verschiedenartig entwickelt.

Das Becken der Vögel zeichnet sich demjenigen aller übrigen Wirbeltiere gegenüber durch eine Reihe von Eigentümlichkeiten aus, welche teils unmittelbar auf die der hintern Extremität ausschliesslich zufallende Funktion des Gehens, teils mittelbar auf die Umbildung der vordern zum Flügel zurückzuführen sind*).

*) Mittelbar! — denn das Gehen auf den Hintergliedmassen allein ist keine Folge des Fluges bei den Vögeln, eher umgekehrt. Jedenfalls gingen die Ahnen der Vögel auf den Hinterbeinen, bevor sich in ihrer Reihe der Flugapparat entwickelte.

Das Becken ist weit umfangreicher als bei Reptilien und Säugetieren, indem ausser den beiden typischen Acetabularwirbeln (vergl. das oben S. 21 bei der Wirbelsäule Gesagte) noch eine ganze Reihe von Rumpf- und



Becken des Kiwi-kiwi *(Apteryx australis).*

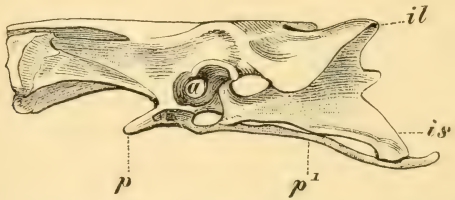
il Darm-, *is* Sitz-, *p* Scham-, p^1 Nachschambein — *a* Gelenkgrube.
(Nach Marsh.)

Schwanzwirbeln an seiner Bildung als Ganzes sich beteiligen. Charakteristisch ist für die eigentlichen Beckenknochen ihre Streckung nach vorn und hinten. Es sind drei Paar Knochen vorhanden. Zu oberst liegen die Darmbeine, die sich sowohl vor als hinter den Gelenkpfannen weit fortsetzen und den vor denselben gelegenen (antacetabularen) Beckenteil ausschliesslich bilden. Ein jedes legt sich mit seinem oberen Rande an das sekundäre Kreuzbein an, verschmilzt mit ihm seiner ganzen Länge nach, wobei bisweilen auf der Oberseite

des Beckens zwischen dem Darmbeinrande und je zwei Querfortsätzen der Kreuzbeinwirbel Öffnungen bleiben, die meist erst im höheren Alter durch Zuwachsen mit Knochensubstanz verschwinden. Die Oberseite der antacetabularen Hälfte des Darmbeins ist konkav, die hintere konvex. Auf der Oberseite der vorderen verläuft jederseits eine Leiste, welche sich ihrem Pendant vorn in der Medianlinie bis zur Vereinigung nähert, in ihrem hintern Teil aber schräg nach aussen verläuft, so dass beide einen Λ-förmigen Grat bilden. Das Dach und der Vorderrand der Gelenkpfanne wird vom Darmbein gebildet und vor ihr schlägt sich meist ein kurzer Fortsatz derselben nach unten, der nach vorn mehr oder weniger stark dornartig ausgezogen sein kann. Man hat in diesem Fortsatz ein eignes Knochenstück sehen wollen und es als Vor-Schambein *(os praepubis)* bezeichnet, nach den Untersuchungen von Mehnert hat es indessen keinen eignen Verknöcherungsherd.

Die Sitzbeine verbreitern sich schaufelartig nach hinten, sind länger als der postacetabulare Abschnitt der Darmbeine, deren unterem Rande sie parallel laufen und mit denen ihr Oberrand meist verschmilzt, aber nicht ganz und in verschiedenem Umfange, so dass ein im Leben von bindegewebiger Haut überspanntes Loch an Stelle eines ursprünglichen Ausschnittes *(incissura ischiatica)* verbleibt. Bei der Mehrzahl der straussartigen Vögel und bei den altertümlichen Steisshühnern *(Crypturidae)* tritt eine derartige Verwachsung indessen nicht auf. Der Vorderrand der Sitzbeine bildet den hintern Teil der Gelenkpfanne.

Parallel zu den Sitzbeinen verlaufen die schlanken meist auch langen Schambeine. Sie beginnen, wie am jungen Vogel nachweisbar, unterhalb der Gelenkpfanne, deren unteren Rand sie bilden, steigen ein kurzes Stück herab, schlagen sich darauf in einem nahezu rechten Winkel nach hinten und divergieren auf ein gut Teil ihrer Länge, um sich schliesslich mit ihren Enden wieder zu nähern, so dass sie zusammen die Gestalt einer Leier haben. Der Grad der Annäherung ihrer distalen Enden



Becken des kalifornischen Erdkuckucks *(Geococcyx californicus).*

il Darm-, *is* Sitz-, *p* Scham-, p^1 Vorschambein.
(Nach Marsh.)

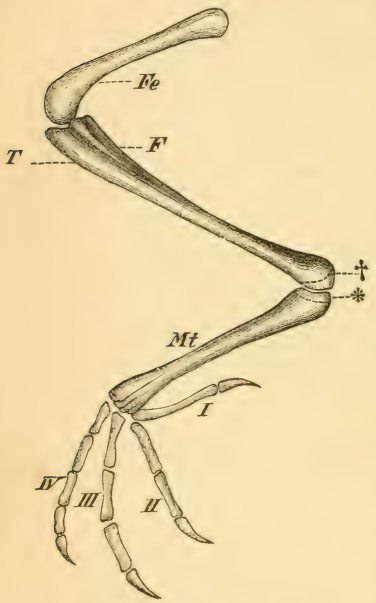
ist verschieden, beim afrikanischen Strauss ist sie so bedeutend, dass sich beide in der Mittellinie zu einer Art Fuge *(symphysis pubis)* vereinigen. Mit dem Darmbein verschmilzt das Schambein meist nur in der Umgebung der Gelenkpfanne, sonst legen sich beide wohl dicht an einander, verbinden sich indessen bloss durch Bindegewebe, lassen aber innen unterhalb der Gelenkpfanne eine ovale Öffnung (das „überdeckte Loch“ — *foramen obturatum)* frei, durch welche Muskeln und Nerven treten. Gelegentlich kommen individuell und wohl meist bei älteren Individuen streckenweise weitere Verschmelzungen vor.

Die Gelenkpfanne, an deren Bildung sich sämtliche Knochenstücke des Beckens beteiligen, ist rund und mit einem Rand umgeben, ihr Boden ist aber nicht geschlossen, sondern von einem ansehnlichen runden Loch durchsetzt.

Das Beckeninnere zerfällt durch den in der Mittellinie verlaufenden Kreuzbeinteil der Wirbelsäule in zwei seitliche Hälften und jede von diesen wieder durch die verschmolzenen vorspringenden Querfortsätze (Rippen s. oben S. 21) der Acetabularwirbel in eine vordere und hintere Hälfte resp. Grube, in denen sich wieder kleinere Höhlungen, entsprechend den Zwischenräumen zwischen den Querfortsätzen der übrigen Kreuzbeinwirbel, finden. Die hinteren, tieferen Höhlen sind nach hinten meist durch eine, vom Darmbeinrand und den stark vorspringenden Querfortsätzen der beiden letzten Kreuzbeinwirbel gebildete Wand abgeschlossen. In alle diese Gruben und Höhlungen pressen sich innig Teile der Nieren hinein.

Die Verhältnisse der Entwickelung der hinteren freien Gliedmassen sind ausserordentlich mannigfach: in den Grössenverhältnissen ihrer einzelnen Teile und in den Bildungsverschiedenheiten ihres distalen Abschnittes, des Fusses, finden wir das Resultat sehr heterogener Anpassungen, nur fehlen sie niemals, wie das in allen anderen Wirbeltierklassen der Fall sein kann. Die Verschiedenheit ihres knöchernen Gerüstes ist weit grösser als an der vorderen Extremität, denn während diese, allerdings mit freilich mehr das Gefieder betreffenden, Modifikationen und abgesehen von den flugunfähigen Formen, immer nur in einer bestimmten Richtung, in der

des Fliegens, angepasst ist, dient die hintere dem Gange, vom langsamen Schreiten bis zum Hüpfen und schnellsten Laufen, dem Waten im Wasser, dem Schreiten über unsicheren nachgiebigen Boden, dem Schwimmen, Anklammern, Klettern, Ergreifen verschiedener Objekte, ja dem Führen der gefassten Nahrung zum Schnabel, und öfters ist es mehr als eine dieser Bewegungsarten, welcher sie gerecht werden muss. Hierdurch wurde eine reiche Fülle verschiedenartiger Bedingungen gegeben, welche in der Beschaffenheit der hinteren Extremität der Vögel ihren Anpassungsausdruck fanden.



Hintere Gliedmasse der Amsel.

Fe Oberschenkelbein — *T* Schienbein mit dem Wadenbein *(F)* verwachsen — † * Apophysen des Unterschenkels und des Metatarsus *(Mt)* — *I — IV* erste bis vierte Zehe.
(Nach Wiedersheim.)

Vom proximalen zum distalen Ende der freien hinteren Extremität der Vögel folgen aufeinander: Oberschenkelbein, Unterschenkelbein, der Laufknochen *(os tarso-metatarsi)* und die Phalangen der Zehen. Die Proportionen der Grösse der einzelnen Abschnitte zu einander sind wie

gesagt sehr verschieden, aber der Unterschenkel ist immer der längste Teil. Das Verhältnis der Länge des Oberschenkels zur Länge des ganzen Beines bis zum distalen Ende des Laufknochens ist ziemlich konstant, ihr Maximum (1 zu $4{\cdot}_{11}$) hat sie bei Steissfüssen, ihr Minimum (1 zu $3{\cdot}_{05}$) bei Tauben. Der Unterschenkel hat gerade bei diesen letzteren Vögeln seine Maximumlänge (1 zu $1{\cdot}_{61}$) und beim Baumläufer seine Minimumlänge (1 zu $2{\cdot}_{57}$). Viel weiter liegen die Unterschiede bei dem Laufbeine auseinander: so verhält sich z. B. beim Reiher seine Länge zu der der ganzen Extremität wie 1 zu $2{\cdot}_{96}$, beim Steissfuss wie 1 zu 6. Da diese Längenverhältnisse und namentlich die des Laufes sehr leicht, wie es scheint, durch die Lebensweise bestimmt werden, so sehen wir, dass innerhalb derselben Vogelgruppe sehr beträchtliche Schwankungen vorkommen können, so zwischen den mehr auf dem Boden von Aas lebenden beiden afrikanischen Nashornvogel-Arten, welche die Gattung *Bucorax* bilden, und den verwandten Baumformen, — zwischen den gewöhnlichen Raubvögeln und dem auf der Erde Reptilien fangenden Sekretär *(Gypogeranus)*, — zwischen dem Schwan und dem watenden Flamingo in der Sippe der Siebschnäbler oder Lamellirostren.

Die Achse des Halses des Oberschenkelbeins bildet mit der Achse seines Körpers fast einen rechten Winkel. Der Hals selbst ist kurz und tritt mit seinem vorderen überknorpelten Teil neben dem stark abgerundeten kleinen Gelenkkopf in die Gelenkpfanne. An seinem distalen Ende sind die beiden Gelenkköpfe seitlich stark zusammengedrückt und durch eine tiefe Grube getrennt. Beide reichen gleich weit hinab und der äussere spielt

nicht nur auf dem Gelenk des Schienenbeins, sondern auch auf dem des Wadenbeins. An seinem oberen Ende trägt der Oberschenkel nur einen, aber grossen Höcker, den sog. grossen Rollhügel *(trochanter major)* zum Ansatz von den Knochen drehenden Muskeln. Die Lage der Längsachse des Oberschenkelbeins zur Längsachse des Körpers ist eine ganz andere als bei dem ebenfalls zweibeinigen Menschen. Wenn der Vogel geht oder steht, dann ist der Knochen schräg nach vorn und unten gerichtet und bildet zur Wirbelsäule einen vorn offenen Winkel von zirka 50 Grad. Wenn aber der Vogel hockt, was bekanntlich nicht alle vermögen, so steigt der Oberschenkel umgekehrt schräg nach oben und seine Achse liegt der Körperachse fast parallel. Im Verhältnis zur Körperlänge haben die straussartigen Vögel und Hühner die längsten, die Schwimmvögel die kürzesten Oberschenkel.

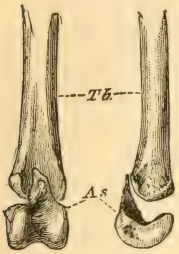
Der knöcherne Unterschenkel besteht auch beim Vogel aus zwei Knochen, dem Schienbein und dem Wadenbein. Das letztere, überhaupt in der Wirbeltierreihe schwächer als ersteres entwickelt, ist namentlich in der Klasse der Vögel sehr reduziert. Es ist bei den Pinguinen und Tauchern am stärksten, fast von gleicher Länge mit dem eigentlichen Schienbein (d. h. ohne die mit diesem verschmolzenen Fusswurzelknochen, worüber gleich mehr). Nach Fürbringer soll der Knochen in dem Grade seiner Ausbildung individuellen Schwankungen unterworfen sein; jedenfalls ist er auf einer gewissen Stufe des embryonalen Alters ebenso lang wie das Schienbein, wächst aber später nicht in demselben Umfang wie dieses

ja es scheint sogar ein Teil seiner Substanz resorbiert zu werden, so dass also seine rudimentäre Beschaffenheit nicht bloss auf gehemmtes Wachstum zurückzuführen sein dürfte. Sein proximales Ende ist verdickt, liegt neben dem äusseren Gelenkkopf des Schienbeins und beteiligt sich an der Bildung des Kniegelenkes und zwar mittels zweier Gelenkflächen, von denen die eine nahezu gerade, die andere aber schräg nach unten und innen zu steht. Mit ihnen artikuliert der äussere Teil des Gelenkkopfes des Schenkelbeines. Das distale Ende des Wadenbeines erscheint meist in eine feine Spitze ausgezogen. Es verschmilzt der Länge nach in nach den Arten, auch nach dem Alter verschiedenem Umfange mit dem Schienbein.

Das Schienbein *(tibia* oder nach Huxleys Vorschlag besser *tibio-tarsus)* ist immer und meist beträchtlich länger als breit (bis 50 mal), gering ist seine Länge bei Papageien, Eulen, mehreren Nachtschwalben (2—3 mal länger als breit), noch geringer bei einer amerikanischen Nachtschwalbe, beim Fregattvogel, Pinguin u. s. w. Es ist meist zweimal oder fast zweimal so lang als das Oberschenkelbein, selten um weniger, häufiger um mehr (Schwimm- und Watvögel). Sein proximales Ende erscheint verbreitert und soll nach Shuffield*) bei jugendlichen Individuen mancher Vogelformen (Hühner, *Geococcyx californicus)* breiter als bei ausgewachsenen sein, indem es trotz seines festen Knochengewebes teilweise resorbiert wird. Auf dem Querschnitt erscheint das Schienbein dreieckig mit abgerundeten Ecken und ist bei

*) Vergl. Journ. of Anat. & Physiol. XXI, pag 102.

manchen Schwimmvögeln seitlich stark zusammengedrückt. An der Kante, welche der äusseren dieser Ecken entspricht, legt sich das Wadenbein an. Oben finden sich mehrere (3) Leisten, welche teilweise verschärfte Teile der Kanten sind. Sein proximales Ende bildet mit dem des Wadenbeins den distalen Teil des Kniegelenks.



Unteres Ende des linken Schienbeins *(Tb)* **mit abgelöstem Sprungbein** *(As).* (Nach Huxley.)

Bei einer Reihe von Langschwingern und Tauchern ist das Schienbein in seinem vorderen Teil oben zu einer ansehnlichen pyramidenförmigen Spitze (Cnemialfortsatz) verlängert, der nach Shuffield seinen eigenen Knochenkern hat, also als selbständiger Knochen entsteht und später erst mit dem übrigen Schienbein verschmilzt. Das distale Ende des *tibio-tarsus* ist zu einer starken, querstehenden Gelenkrolle entwickelt, deren Ausschnitt sich auf der hinteren, besonders aber vorderen Fläche des Schienbeins als Vertiefung fortsetzt, über welche sich von aussen nach innen und unten eine den straussartigen Vögeln fehlende Knochenbrücke wegschlägt, die ein verknöchertes Band ist, welches die Sehnen der langen Streckmuskeln in ihrer Lage halten.

Das Schienbein der Vögel entspricht nun, wie schon die Huxleysche Benennung *tibio-tarsus* andeutet, nicht demjenigen der lebenden Reptilien und der Säugetiere, es enthält mehr Elemente. Aus der hinteren Extremität des embryonalen Vogels erkennt man deutlich zwei Reihen von Fusswurzelknochen. Die obere oder proximale besteht

aus zwei diskreten Stücken (dem *tibiale,* dem Schienbein, und dem *fibulare,* dem Wadenbein, entsprechend), welche nach Morse zunächst mit einander, dann auch mit dem distalen Ende des Schienbeins verschmelzen. In selteneren Fällen verschmilzt erst jeder dieser beiden Knochen einzeln mit dem Schienbein. Das durch diese Verschmelzung zu stande gekommene Sprungbein hat einen nach oben steigenden und sich hinten an das Schienbein legenden Fortsatz, der beim Strauss und Emu, auch bei manchen Hühnervögeln lange frei bleibt. Nach Wyman hat dieser Fortsatz seinen eigenen Verknöcherungspunkt und seine Verknöcherung ist schon weit vorgeschritten, ehe die der übrigen Fusswurzelknochen ihren Anfang nimmt. Bei manchen jungen Vögeln verschmilzt er mit den vereinigten *tibiale* und *fibulare,* bevor diese sich mit dem Schienbein vereinigt haben. Diese Thatsache veranlasste Morse (l. c.) in diesem Fortsatz einen besonderen Fusswurzelknochen (homolog dem *os intermedium* der Reptilien) zu sehen.

Den meisten Vögeln kommt eine Kniescheibe (eine lokale Muskelverknöcherung ohne tiefere morphologische Bedeutung) zu, die meist klein und durch Bandmasse an das distale Ende des Schienbeins befestigt ist, mit dem sie in höherem Alter häufig verwächst.

Ein in noch höherem Grade als der *tibio-tarsus* zusammengesetzter Knochen ist das Laufbein *(os tarso-metatarsi),* der originellste Knochen am ganzen Vogelskelett. Er besteht aus einer Vereinigung der distalen Reihe der Fusswurzel und Mittelfussknochen *(metatarsalia)* mit Ausnahme des freibleibenden innersten oder ersten, des der grossen Zehe *(hallux).*

Kein Knochen der hinteren Extremität zeigt so viele Verschiedenheiten als dieser und diese Verschiedenheiten beziehen sich sowohl auf seinen Bau als auch namentlich auf das Verhältnis seiner Grösse, namentlich Längenentwicklung zu der der anderen Beinknochen.

Am längsten ist es bei Watvögeln und beim Flamingo, am kürzesten bei Papageien. Die ersteren können wie auf Stelzen gehen, — man denke nur an die Strandreiter *(Himantopus)*, deren Beine und besonders Schien- und Laufknochen so lang und dünn im Verhältnis zu ihrem Rumpf sind, dass sie beim Stehen während windigen Wetters in sehr drolliger Weise hin- und herschwanken. Ein Klettervogel, wie ein Papagei, konnte lange Knochen der hinteren Gliedmassen nicht erwerben, ja wenn, was wenig wahrscheinlich, seine Ahnen sie gehabt hätten, so mussten sie sich in der Generationsreihe um so mehr zurückbilden, je bedeutender die Kletterfähigkeit wurde.

Das Laufbein ist oben und unten quer verbreitert, auf dem Querschnitt seines Mittelstückes meist fast quadratisch mit abgerundeten Ecken, bei den Papageien, Pinguinen u. a. m. in der Richtung von innen nach aussen aber verbreitert, bei den Tauchern und Steissfüssen, auch beim Wasserhuhn im Gegenteil seitlich stark zusammengedrückt und von vorn nach hinten bedeutend breiter als von innen nach aussen. Seine Hinterseite zeigt zur Aufnahme der Sehnen der Beugemuskeln der Zehen eine Rinne, welche bei Vögeln, die, wie die Wat- und Schwimmvögel, ihre Beute nicht mit den Zehen ergreifen und halten, nicht bäumen und nicht mit klammernden Füssen sitzen, seicht ist, bei anderen sich

vertieft, am stärksten bei Raubvögeln und sich anklammernden Turmschwalben. Am oberen Ende können die Ränder dieser Rinne zu Vorsprüngen oder Leisten entwickelt sein, welche sich zu einem nach oben gerichteten Fortsatz (dem *hypotarsus* Huxleys oder dem — fälschlich so genannten — *calcaneus* älterer Autoren) verlängern. Bisweilen ist auch diese Rinne ebenso wie eine auf der Hinterseite des Laufknochens verlaufende entsprechende im oberen Teil knöchern überbrückt, um die Sehnen der Streck- resp. der Beugemuskeln der Zehen zusammen zu halten.

Weiter zeigt die proximale Endfläche des Laufbeines zwei neben einander gelegene seicht konkave überknorpelte Gelenkflächen und zwischen denselben vorn einen nach oben gerichteten Fortsatz. In jenen spielen die distalen Gelenkköpfe des *tibio-tarsus,* dieser legt sich vorn in die sie trennende Rinne.

Durch die eigenartige Modifikation ihrer Fusswurzelknochen, dass sich nämlich ihre obere Reihe mit dem Schienbein, ihre untere mit dem Mittelfussknochen zu sekundären Knocheneinheiten vereinigen, haben die Vögel kein Sprunggelenk, sondern ein Torsotarsalgelenk. Langer hat auf die Ähnlichkeit des Mechanismus des menschlichen Kniegelenkes mit dem Fussgelenk der Vögel hingewiesen, dabei aber hervorgehoben, dass dieses Fussgelenk bei vielen, namentlich solchen mit langen Laufknochen, nur Flexions-, aber keine Rotationsbewegungen zuliesse.

Das distale Ende des Laufbeins teilt sich in drei (beim afrikanischen Strauss in zwei) Gelenkfortsätze, die von geringer Breite sind und unten die, namentlich an

den mittleren deutlich entwickelten Gelenkrollen zur Artikulation mit den proximalen Enden der ersten Zehenglieder tragen. Je nach der Stellung der Zehen treten Modifikationen in der Richtung dieser Gelenkfortsätze auf: sind alle drei Zehen nach vorn gerichtet, so liegen sie in einer Ebene neben einander. Ist aber die äusserste Zehe, wie bei den Klettervögeln, nach hinten gerichtet, so ist das auch mit dem Fortsatz der Fall. Wo es sich, wie bei den Eulen, um eine Wendezehe handelt, liegt er auch etwas nach aussen zu, aber sein Gelenk ist nicht rollenartig entwickelt, sondern einfach gewölbt, so dass die ausgehöhlte proximale Endfläche der vierten Zehe ungehindert nach vorn oder nach hinten gedreht werden kann. An der Innenseite des Laufbeins findet sich bei den Vögeln, welche eine erste Zehe haben, eine gerade Gelenkfläche zur Verbindung mit dem unteren proximalen Teil des Mittelfussknochens dieser Zehe, der niemals eine Verschmelzung mit dem Laufknochen eingeht. Wenn wie bei Hühnervögeln Sporen vorkommen, so können dieselben Knochenkerne besitzen, welche mit dem Laufbeine und zwar mit dem Mittelfussknochen der zweiten Zehe verschmelzen*).

Das Laufbein geht, wie gesagt, aus einer Verschmelzung der distalen (wie es scheint immer nur aus einem Knochen bestehenden) Reihe der Fusswurzelknochen mit dem zweiten, dritten und vierten (beim afrikanischen Strauss bloss dritten und vierten) *metatarsale* hervor. Der

*) Schon hierdurch wird, abgesehen von anderen Gründen, die öfters geäusserte Ansicht, dass der Sporn einer fünften resp. ersten Zehe entspräche, hinfällig.

Beweis hierfür ist an geeigneten Vogelembryonen leicht zu führen, auch an erwachsenen Individuen lässt sich unschwer demonstrieren, dass sich wenigstens die betr. Mittelfussknochen vereinigen; denn nicht bloss die drei distalen Gelenkfortsätze verraten das, sondern auch Furchen und übrig bleibende Lücken, oft kaum wahrnehmbare Löcher zwischen den ursprünglich einzelnen Knochen. Bei den niedrigstehenden Pinguinen sind die Gelenkfortsätze tief getrennt und die Metatarsalknochen sind nur oben und unten verschmolzen, lassen aber in der Mitte je ein ansehnliches Loch zwischen sich.

Der Vorteil der Einrichtung des *os tarso-metatarsi* liegt darin, dass der ganze Fussapparat vereinfacht wird: statt eine grosse Anzahl von Gelenken zwischen Schienbein und Fusswurzel, sowie zwischen dieser und den Mittelfussknochen und endlich zwischen den Tarsalknochen und Metatarsalien unter sich, haben die Vögel ein einziges Gelenk, das dann, wenn der Lauf lang ist, nur, wie gesagt, Flexionsbewegungen zulässt. Hierdurch ist die Gefahr von Luxationen, Verdehnungen und Zerreissungen von Bändern, Brüchen von Knochen ganz wesentlich vermindert. Wären die Knochen des Laufes und des Schienbeins der Vögel sehr massiv und durchgehend kurz, so wäre eine Verschmelzung und Vereinfachung unnötig, aber das würde sich nicht gut mit dem Flug vertragen, der eine Entlastung der peripheren Körperteile verlangt.

Die Zahl der Zehen ist schwankend, meist sind vier vorhanden. Die innerste oder grosse liegt in der Regel nach hinten, in dem Ruderfuss der Scharben, mehr noch

in dem Anheftefuss der Segler nach vorn. In ersterem Falle ist sie in verschiedener Höhe, oft sehr hoch an den Lauf befestigt und die drei übrigen liegen entweder nach vorn, oder die äusserste liegt (bei Pagageien, Spechten u. s. w.) nach hinten oder ist endlich eine Wendezehe.

Es können aber auch bloss drei Zehen vorkommen: bei den amerikanischen Straussen, den Casuaren, Regenpfeifern, Trappen, Trielen *(Oedicnemus),* Laufhühnern *(Turnicidae),* Alken, bei *Tinamotis* unter den Steisshühnern, bei *Calodroma,* bei *Pelecanoides* unter den Sturmvögeln, bei *Rissa* unter den Möwen, bei den Wüstenläufern *(Cursorius)* und Fausthühnern *(Syrrhaptes)* unter den Hühnervögeln, beim Flamingo unter den Entvögeln, bei *Jacamaralcyon* unter den Glanzvögeln *(Galbulidae)* und bei *Sasia, Tinga* und *Picoïdes* unter den Spechten.

In allen diesen Fällen fehlt die innerste Zehe, bei *Cholornis* aber die äusserste, und die afrikanischen Strausse haben bloss die dritte und vierte.

Bei den Eisvogelgattungen *Ceyx* und *Alcyone* scheint die zweite Zehe zu mangeln, ist aber als knöchernes Rudiment, als erste Phalange, thatsächlich vorhanden.

Forbes hat die Verhältnisse der rudimentären Innenzehen untersucht und ist hierbei zu folgenden Resultaten gekommen: bei den Albatrossen *(Diomedea* und den Untergattungen *Phoebetria* und *Thalassarche)* ist sie sehr stark rückgebildet und findet sich nur als winziges Knöchelchen, das entweder bloss Metatarsus oder dieser mit verschmolzener erster Phalange ist, in dem Bindegewebe unter der Haut, aussen erscheint sie als kaum

merkliches Höckerchen, das bei *Phoebetria fuliginosa* die Spur eines Nagels trägt. Diese Untergattung hat auch zwei Knochenstückchen in dem Zehenrudiment, den Mittelfussknochen und das erste Glied.

Auch die Spechtformen *Picoïdes* und *Tinga* haben einen ganz kleinen, völlig unter der Haut verborgenen *hallux* mit zwei Knöchelchen, wie *Phoebetria*, die aber nur bei höchst sorgfältiger Präparation nachweisbar sind*).

Wenn wir uns über die Ursache des Schwundes der Zehen am Vogelfuss klar werden wollen, müssen wir eine Reihe von Faktoren berücksichtigen.

Als normale Zehenzahl der drei höheren Wirbeltierklassen müssen wir, unbeschadet dessen, dass sie einst mehr war und auch Spuren einer grösseren Anzahl durch sehr eingehende Untersuchungen sich noch an jetzigen Repräsentanten nachweisen lassen, fünf annehmen. Die Vögel haben nur vier. Welche kam in Wegfall und weshalb widerfuhr ihr das?

Bei den Embryonen normalfüssiger (d. i. vierzehiger) Vögel legen sich fünf *metatarsalia* an, aber eines ver-

*) Die Sucht, um nicht zu sagen Spielerei vieler moderner Systematiker, in Ermangelung neuer Arten, die nach und nach anfangen selten zu werden, wenigstens neuen Gattungen ein kleines „mihi" anzuhängen, um ihren Namen unsterblich zu machen, hat nichts schleunigeres zu thun gehabt als einzelne Vögel, welche sich von ganz nahen Verwandten bloss durch den Mangel einer Zehe unterscheiden, zu selbständigen Gattungen zu erheben. Welchen Wert ein solcher negativer Charakter für die Systematik hat, dafür ein des Humors nicht entbehrendes Beispiel. Es giebt Fälle, wo individueller Mangel der Innenzehe auftreten kann, namentlich in solchen Vogelfamilien, wo wirklich dreizehige Formen vorkommen, es liegt dann s. z. s. die Neigung zu diesem Verlust im Blute. Das ist auch der Fall bei Spechten. Nun beschrieb Jones 1847 eine solche dreizehige Abnormität des in Amerika häufigen *Dryobates pubescens* als *Picus Leconti* und der Prinz Bonaparte machte sofort ein neues Genus „*Tridactylia*" daraus. — Könnte heute auch noch vorkommen!

schwindet frühzeitig wieder und das ist das äusserste (Rosenberg, Baur, Johnson). Wir müssen annehmen, dass an der Aussenzehe zuerst die Phalangen vom distalen zum proximalen Ende nach und nach in Wegfall kamen und endlich auch der Mittelfussknochen. Entgegen dieser Ansicht sind verschiedene Forscher der Meinung, nicht die äusserste Zehe, sondern die innerste sei verschwunden. Finger- und Zehenreduktionen beginnen allerdings meist, aber nicht immer (am Fuss der Säugetiere stets umgekehrt), von innen nach aussen, nehmen ihren Anfang in Hautgebilden des distalen Endes und schreiten nach und nach proximalwärts immer weiter. Gelegentlich hat man aber abnorme fünfzehige Vögel beobachtet, so Raubvögel (von Reichenau) und Haushühner. Von den letzteren existiert sogar eine Rasse, die Dorkinghühner, welche, wenn sie bei den Liebhabern für gut gelten sollen, fünf Zehen haben müssen und die überzählige muss gut entwickelt und deutlich von den anderen getrennt sein. Diese Eigentümlichkeit (Fünffingerigkeit, Pentadactylie) ist streng erblich. Cowper hat nun zu beweisen versucht, dass diese fünfte Zehe der Daumen sei und dass es sich in einem anderen Falle, wo bei einem Dorkinghuhn gar sechs Zehen auftraten, um einen weiteren Rückschlag handele, dass nämlich diese sechste vor der fünften nach innen gelegene Zehe ein *prachallux* im Sinne Bartelebens sei. Dem sind aber die oben erwähnten Beobachtungen von Rosenberg u. s. w. entgegenzuhalten, nach denen wohl nach aussen vor der vierten, aber nicht nach innen vor der ersten Zehe ein Mittelfussknochen vorübergehend sich anlegt. Missbildungen

gegenüber muss man vorsichtig sein und man ist oft zu weit gegangen, wenn man in ihnen immer gleich bestimmte Rückschläge hat sehen wollen. Wir wissen nicht genug über den Einfluss mechanischer Störungen auf den Gang der Entwicklung, um hierüber entscheidende Urteile fällen zu können. Aber zugegeben, es handle sich bei der Zehenvermehrung der Dorkinghühner um einen Rückschlag, so kann die überzählige Innenzehe recht gut der Praehallux sein und die sechste ein Rückschlag auf noch ältere Zustände, denn es lagen bei den Wirbeltieren ursprünglich noch mehr den Zehen entsprechende Gebilde schienbeinwärts.

Doch sei dem, wie ihm wolle, was war der Grund, dass überhaupt eine Zehe am Vogelfuss verschwand? Auch hierauf lässt sich eine positive Antwort kaum geben. Man könnte daran denken, dass der Vorgang vielleicht in Korrelation mit der durch den Flug bedingten Reduktion der Fingerzahl stehe, aber viele Reptilien, und darunter oft die schwerfälligsten Formen, haben vorn fünf, hinten vier Zehen. Immerhin wäre es denkbar, dass auch am Fuss des Vogels in der Zahl der ihn zusammensetzenden Teile im Interesse grösserer Leichtigkeit gespart wurde. Derselben Ursache könnte man auch die weitere Reduktion resp. den gänzlichen Ausfall der Innenzehe bei den guten Fliegern unter den Langschwingern zuschreiben, bei denen sich an der Bildung des Ruderfusses so wie so nur die drei vorderen Zehen beteiligen. Auch bei den Spechten*) spielt die Innenzehe eine nur ganz beiläufige Rolle: wenn

*) Vergl. W. Marshall, Zoolog. Vorträge II, Spechte, pag. 9. Leipzig 1889.

die Tiere sich beim Hacken und Klettern festhaken, liegt der ganze Druck auf der nach hinten geschlagenen Aussenzehe.

Die meist mit relativer Verkürzung verbundene Verminderung der Zehen bis zur äussersten Möglichkeit (Pferde) ist bei hochbeinigen echten Lauftieren eine allbekannte Sache. Die Füsse gewinnen dadurch an Festigkeit, können weniger leicht „vertreten" werden und die Reibung wird bei geringerer Berührungsfläche verringert. Strauss und Kamel sind bezüglich ihrer Lauforgane prächtige Beispiele konvergierender Entwicklung. Weshalb bei *Ceyx* und *Alcyone* die zweite Zehe reduziert und bei *Cholornis* die vierte in Wegfall gekommen ist, dafür habe ich nicht die mindeste und selbst unwahrscheinlichste Erklärung.

Betreffs der unveränderlich nach hinten geschlagenen Aussenzehe der erwachsenen Papageien und Spechte sei bemerkt, dass dieselbe im fötalen Alter die normale Lage nach vorn hat. Bei den nestjungen Spechten ist sie eine vollkommene Wendezehe, wird aber immer häufiger nach hinten geschlagen, und ist der Vogel flügge, so ist er nicht mehr im stande sie nach vorn zu wenden. Die Fähigkeit, die äussere Zehe nach Belieben nach hinten richten zu können, kommt gelegentlich bei einzelnen Individuen solcher Vogelfamilien vor, die sonst normale Füsse besitzen. Ich selbst sah es bei einer zahmen Lachtaube.

Die normale Zahl der Zehenphalangen ist, die Zehen von innen nach aussen gezählt, bei vierzehigen Füssen 2, 3, 4, 5, bei dreizehigen entsprechend 3, 4, 5.

Es giebt aber eine ganze Reihe Ausnahmen. So sind bei den vierzehigen Sturmvögeln die entsprechenden Zahlen 1, 3, 4, 5, bei Flughühnern und Nachtschwalben 2, 3, 4, 4, bei manchen Seglern *(Cypselus* und *Panyptila)* 2, 3, 3, 3. Die afrikanischen Strausse haben dem entsprechend, dass ihnen die 3. und 4. Zehe geblieben sind, 4 und 5 Phalangen.

Die Längenverhältnisse der Zehen sind ausserordentlich verschieden, sowohl bezüglich zur Grösse des Körpers wie zu einander, und werden wir hierauf im Hauptstück „Haut und ihr Anhangsgebilde" bei Betrachtung der Fussbekleidung und der Nägel noch einmal zu reden kommen. Aber auch die Proportionen der einzelnen Phalangen unterliegen grossen Schwankungen, wenn schon sie meist distalwärts an Länge und Umfang abnehmen. Eben so verschieden ist ihre Gestalt, doch ist allgemein gültig, dass sämtliche am proximalen und, mit Ausnahme der Endphalange, auch am distalen Ende etwas verdickt sind. Jede proximale Gelenkfläche wird durch einen von vorn nach hinten verlaufenden medianen Vorsprung in eine rechte und linke, flach konkave Hälfte geteilt, jede distale ist entsprechend in der Mitte eingekerbt und hat zwei konvexe Gelenkhälften.

Auf die Bänder der Vögel einzugehen kann nicht in dem Plane dieses Buches liegen. Wer sich für diese Stiefkinder der vergleichenden Anatomie speziell interessiert, der sei auf J. F. Meckels „System der vergleichenden Anatomie" B. II, 2. Abteilung, sowie auf C. L. Barkow's

„Syndesmologie der Vögel“. Breslau 1856, verwiesen. Erwähnt sei nur, dass bei den Vögeln in höherem Alter vielfach eine Neigung der Bänder, besonders an der Rückenwirbelsäule, zum verknöchern bemerkbar ist.

II.

Die Muskulatur.

Auch die Muskulatur der Vögel kann uns nur kurz beschäftigen und muss es genügen, wenn bloss die wesentlichsten Punkte hervorgehoben werden.

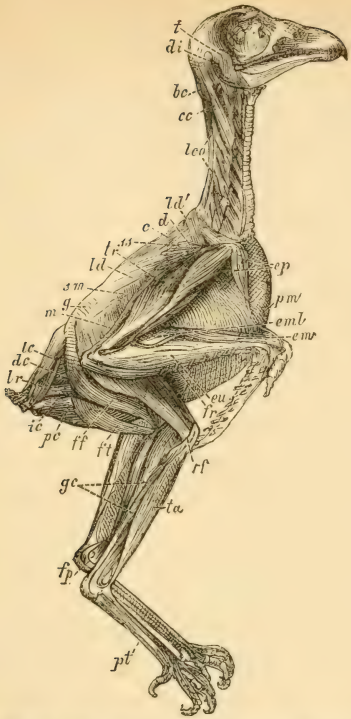
Zunächst bietet die Substanz der Muskeln bei den Vögeln manches Eigentümliche, sie zeigt Unterschiede einerseits denen der Reptilien, anderseits denen der Säugetiere gegenüber. Diese Unterschiede dürften im ersten Falle darauf beruhen, dass die Vögel zwar Sauropsiden, zugleich aber auch gleichwarme (sog. warmblütige) Tiere sind, im zweiten aber umgekehrt darauf, dass sie zwar Warmblüter, dem Ursprung nach aber Reptilien sind.

Die Muskelsubstanz ist fester und röter als die aller anderen und feinfaseriger als die der meisten übrigen Wirbeltiere, Erscheinungen, welche auf den bedeutenden Kraftaufwand der Tiere bei ihren Bewegungen und auf ihren energischen Stoffwechsel zurückzuführen sind. Eine weitere interessante Thatsache zeigt sich an gekochten Vogelmuskeln, welche im frischen Zustande die nämliche Färbung zeigen, nach dem Kochen aber, wenigstens bei

sehr vielen Vögeln, wesentlich von einander verschieden erscheinen, die einen werden ganz weiss, die anderen braungrau. Ähnliche Erscheinungen finden sich bekanntlich bei Fischen, aber schon am lebenden Muskel, und dürfte hier vielleicht auf einen verschieden hohen Fettgehalt zurückzuführen sein. Bei den betreffenden Vögeln erscheinen gerade die leistungsfähigsten und am meisten in Anspruch genommenen Muskeln, die der Brust, weiss und diese müssen doch am kräftigsten ernährt werden, d. h. anderen gegenüber eine stärkere Blutzufuhr erfahren.

Der Kreis der individuellen Variation ist bei Muskeln ein ziemlich grosser und es scheint, dass ein Organ oder ein System, welches bei einem und demselben Tiere häufige und zahlreiche individuelle Abweichungen vom normalen Typus zeigt, auch in der ganzen Ordnung, ja Klasse zahlreichen und unvermittelten Veränderungen unterliegt, während umgekehrt ein in Art und Form seines Auftretens sehr konstantes Organ nur allmähliche und stufenweise Umbildungen erfährt. So finden sich bei Vögeln den Reptilien gegenüber neu auftretende Muskeln nur selten, wohl aber kann sich ein Muskel, der bei der einen Form sich sozusagen neutral verhält, d. h. weder besonders gut noch besonders gering entwickelt ist, bei der einen verwandten bis zum Verschwinden zurückbilden oder bei einer anderen so stark differenzieren, dass einzelne seiner Portionen selbständig wirkend und daher als scheinbar neue Muskeln auftreten.

Man unterscheidet, wie bei allen Wirbeltieren, so auch bei den Vögeln Muskeln des Rumpfes, des Schwanzes, des Halses, des Kopfes und der Gliedmassen.



Oberflächliche Muskeln des Sperbers nach Owen und Pagenstecher. 1/2 natürl. Grösse.

am Der grosse Schenkelanzieher — *bc* Der zweibäuchige Kopfmuskel — *c* Kappenmuskel — *cc* Der durchflochtene Halsmuskel — *d* Der Deltamuskel — *dc* Senker des Schwanzes — *di* Zweibäuchiger Kiefermuskel — *em* Kurzer Strecker der Mittelhand — *eml* Langer Strecker der Mittelhand — *ep* Strecker der vordern Flügelfalte — *au* Ellen-Mittelhand-Strecker — *ff* Wadenbein-Beuger — *fp* Sehne des durchbohrenden Zehenstreckers — *fr* Speichenbeuger — *fl* Schienbeinbeuger — *g* Gesässmuskel — *gc* Fussstrecker — *ic* Sitzbein-Steissbein-Muskel — *lc* Heber des Schwanzes — *lco* Langer Halsmuskel — *ld* u. *ld'* Langer Rückenmuskel — *lr* Heber der Schwungfedern — *pc* Schambein-Steissbein-Muskel — *pm* Grosser Brustmuskel — *pt* Sehne des durchbohrten Zehenbeugers — *rf* Gerader Schenkelmuskel (Sehne) — *sm* Grosser Sägemuskel — *ss* Obergrätenmuskel — *t* Schläfenmuskel — *za* Vorderer Schienbeinmuskel — *tr* Dreiköpfiger Armmuskel.

Die eigentliche Rumpfmuskulatur ist bei den Vögeln zufolge der starren Vereinigung der Rückenwirbel unter einander und mit dem Becken und der dadurch bedingten geringen Beweglichkeit der einzelnen Abschnitte der ganzen Region im allgemeinen schwach entwickelt, so dass namentlich die Rückenmuskeln gegenüber der mächtigen Entfaltung derselben bei den Säugetieren, besonders Huftieren, sehr zurücktreten. Ebenso ist die Bauchmuskulatur, wenn auch die von Säugetieren her bekannten Muskeln alle vorhanden sind, in ihrem Umfange sehr beschränkt, namentlich weil der Zwischenraum zwischen Brustkorb und Becken durch das weite Herabreichen des Brustbeins und der grossen Nachbarschaft der Rippen und des Beckens wesentlich reduziert ist. So weit aber die Bauchmuskeln der Vögel entwickelt sind, mag ihre Leistung durch Herabziehen der Rippen in erster Linie der Einatmung zu gute kommen, bei der sog. Bauchpresse hingegen dürfte ihre Mitwirkung, vielleicht abgesehen von dem geraden Bauchmuskel (der sich vom Beckenrande kommend an den hinteren Rand des Brustbeines ansetzt und diesen Knochen nach hinten zieht und so die Bauchhöhle verengert) nicht allzu hoch anzuschlagen sein. Ich glaube, dass die Entleerung des Kotes bei mangelndem Zwerchfell in erster Linie durch den Druck der sich füllenden Luftsäcke mit bewirkt wird.

Weit besser sind und aus nahe liegenden Gründen die Muskeln des Brustkorbs entwickelt, hier zeigt sich eine reiche Entfaltung von Zwischenrippenmuskeln, von Muskeln, die von den Wirbeln und Hakenfortsätzen an die Rippen treten. Die Zahl und Gliederung der Rippen

bedingt durch die Gegenwart eines grösseren Apparates zu bewegender Teile auch eine höhere Differenzierung der bewegenden Elemente.

Die Muskulatur der Region des Schwanzes ist zufolge der mancherlei Funktionen, welche demselben bei der Bewegung, namentlich beim Flug, sowie bei der Begattung zukommen, eine hoch entwickelte zu nennen. Es finden sich zwei Paar Senker und zwei Paar Heber des Schwanzes in entsprechender Lage. Wenn nun je ein Muskel seitlich wirkt, so wird der Schwanz nach der Seite hin bewegt. Es kann aber der linke Senker und der rechte Heber zugleich wirken, dann nimmt der Schwanz eine schräge, die Unterseite halb nach oben wendende Stellung ein, welche bei gewissen Schwenkungen im Fluge, namentlich aber beim Begattungsakte der Vögel zu beobachten ist.

Ausserdem findet sich noch je ein Paar Muskeln jederseits, das von knöchernen Teilen (von den Querfortsätzen der Schwanzwirbel und vom Hinterrande des Sitzbeines) an die Federn des Schwanzes tritt und, halb zum System der später zu erörternden Hautmuskeln gehörig, die kräftigen Steuerfedern wie einen Fächer auseinanderbreitet und zusammenschlägt, sie hebt und senkt. Die Schwanzmuskulatur unterliegt mannigfachen Modifikationen ihrer einzelnen Teile je danach, ob der Schwanz mit seinen Federn als Luftruder (bei Raubvögeln z. B.), Stützapparat (bei Spechten), Prunkfächer (bei Pfauen und anderen Hühnervögeln) u. s. w. dient.

Die Halsmuskulatur der Vögel zeigt eine höhere Differenzierung als bei irgend einem anderen Wirbeltier

und dieselbe hat, teilweise schon durch die grössere Zahl von Halswirbeln, zu einer gesteigerten Entwickelung von Ursprung- und Ansatzstellen und von sehr beweglichen Gelenken geführt. Wenn der Vogelhals zugleich mit dem Kopf als fünfte Extremität wirken kann, so verdankt er das der Entwickelung seiner Muskulatur, welche, auf ihn als Ganzes und auf seine einzelnen Bestandteile als Beuger, Heber, Strecker, Rückwärtszieher, Dreher u. s. w. einwirkend, die Kette seiner Wirbel in ihren einzelnen Gliedern so wundervoll beweglich gemacht hat. Auch die Muskeln, welche von dem Hals an den Kopf bezw. an den durch Bandmassen fast unbeweglich mit diesem verbundenen ersten Halswirbel treten, erscheinen verhältnismässig reich gegliedert und ermöglichen es zusammen mit der Thatsache, dass nur ein und zwar stark abgerundeter Gelenkhöcker des Hinterhauptes vorhanden ist, dem Vogel mit seinem Kopfe Bewegungen auszuführen, die ein jedes andere Wirbeltier, auch jedes lebende Reptil zu bewerkstelligen einfach vollkommen unfähig ist.

Die Muskeln des Kopfes, die Beweger der Kiefer, verdienen bei den Vögeln nur selten den Namen von Kaumuskeln, zeigen aber durchschnittlich doch eine stärkere Entwickelung, als man im allgemeinen bei mangelndem Gebiss annehmen sollte, und es mag häufig genug die Verlängerung des Gesichtsschädels zum Schnabel hiervon die Ursache sein, da sich ja die Muskeln nur an den hinteren Teil des Hebelarmes ansetzen können und daher um so kräftiger sein müssen, je länger dieser ist. Da, wo wie z. B. bei den Papageien ein wirkliches Kauen und Knacken (auch beim Kernbeisser!) vor-

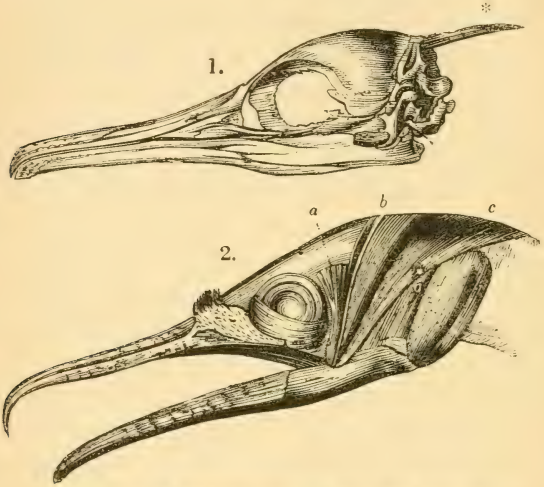
kommt, sind sie auch bei verkürztem Schnabel auffällig gut entwickelt.

Die Kaumuskeln zerfallen in Öffner und Schliesser des Schnabels resp. in Senker und Heber des Unterschnabels, wirken zum Teil auch noch als Niederzieher des Oberschnabels. Die Öffner des Schnabels oder Senker des Unterschnabels kommen in verschiedenen Portionen (2 bis 3) von der Hinterseite des Schädels und setzen sich an den hinter dem Drehpunkte gelegenen Teil des Unterkiefers, d. h. also an dessen hinter dem viereckigen Beine gelegenen Fortsatz, und heben, indem sie den Unterschnabel öffnen, zugleich in vielen Fällen durch den Druck von dessen Gelenk auf das viereckige Bein und weiter durch die Ketten der Flügelbeine-Gaumenbeine-Jochbeine-Oberkiefer den Oberschnabel etwas.

Die Heber des Unterkiefers kommen teils vom eigentlichen Schädel, teils von den Flügel- resp. Gaumenbeinen und setzen sich teils an den Unterkiefer unmittelbar, teils an das viereckige oder Kiefergelenkbein direkt allein, teils schalten sich Fortsätze von diesem ein, in einigen Fällen gehen Fasern von ihm auch an die Flügelbeine. Diese Muskeln sind: die Schläfenmuskeln (3 bis 4 Portionen), bei Papageien und Kernbeissern besonders kräftig, der Backenkaumuskel *(masseter)* findet sich, aber sehr stark entwickelt, nur bei Papageien, die beiden Flügelmuskeln *(pterygoidei)* und endlich die Gaumen-Flügelbeinmuskeln, welche den Oberschnabel hauptsächlich nach unten ziehen.

Beim Kreuzschnabel tritt eine asymmetrische Entwicklung der Kaumuskulatur auf, indem sie an der Seite, nach welcher hin die Spitze des Unterschnabels gebogen ist,

etwas stärker erscheint. Bei den Kormoranen findet sich eine merkwürdige Vergrösserung der Ursprungsstelle der Schläfenmuskeln, indem sich an das Hinterhaupt eine



Schädel (1) und Schädelmuskulatur (2) des Kormorans.

* Stilettförmiger Anhangsknochen des Hinterhauptbeines. *a b c* Kaumuskeln.

unpaare, frei beweglich mit ihm verbundene Verknöcherung in Gestalt eines gestreckten, pyramidenförmigen Stäbchens anlegt. Dass der betr. Muskel in diesem Falle als „Kaumuskel" fungiert, davon kann keine Rede sein, wahrscheinlich wird er aber die Fass- und Haltekraft bedeutend verstärken, was diesen Vögeln, welche unter Wasser grössere und sehr muskelstarke Fische (mit besonderer Vorliebe bekanntlich Aale!) fangen, gewiss sehr zu statten kommen wird.

Die Muskeln der Gliedmassen der Vögel zeigen manches eigentümliche. Sie nehmen an Umfang distalwärts bedeutend ab, und je weiter proximalwärts sie entspringen, desto mehr zeichnen sie sich durch kurze, breite, kräftige Bäuche und lange Sehnen aus, was sich an den Muskeln der vorderen Extremität ganz besonders deutlich ausspricht.

Eine der Folgen des Fluges ist auch, dass sich der Schwerpunkt des Flugapparates möglichst zentralwärts nach dem Schultergelenk als dem Drehpunkte zu legt, da hierdurch, wie leicht begreiflich, wesentlich an Arbeit oder Kraftaufwand gespart wird. Demzufolge sind denn auch die massigen Teile der Flügelmuskulatur, ihre Bäuche in die Nähe des Schultergelenkes zusammengedrängt und hat sich bei ihrem in transversaler Richtung vergrösserten Volumen der Umfang ihrer Ursprungsstelle entsprechend vermehrt.

Die Muskeln der vorderen Gliedmassen teilen sich in solche, welche a) das Schulterblatt, das Rabenschnabel- und das Schlüsselbein, b) den Oberarm, c) den Unterarm, d) die Hand und e) die Finger bewegen.

Die ersten sind im allgemeinen nicht stark. Drei von ihnen liegen jederseits auf dem Rücken und ziehen das Schulterblatt nach innen, nach der Wirbelsäule zu, vier sind an der Unterseite resp. an den Flanken gelegen. Von diesen entspringen drei mit mehreren Köpfen vorn an den Brustrippen, einer setzt sich an den inneren und unteren Rand des Schulterblattes und zieht dieses als Sägemuskel nach unten und rückwärts, ein zweiter, ebenso funktionierender kleinerer entspringt vor diesem und

inseriert nach innen und oben von ihm, ein dritter entspringt an der oberen Ecke des Brustbeines und geht an das Rabenschnabelbein, der einmal diesen Knochen herab-, zugleich aber auch und in stärkerem Grade den Brustkorb hinaufzieht. Einer endlich entspringt, in sehr ungleicher Entwicklung je nach den Vogelformen, mit mehreren Zipfeln von den Hakenfortsätzen der Rippen und setzt sich aussen an das Rabenschnabelbein und zieht es nach unten, wodurch er hilft, diesen Knochen beim Fluge, wo er sonst durch die Zugkraft der grossen Brustmuskeln zu stark nach innen gepresst werden würde, zusammen mit der Federkraft des Gabelbeines in seiner Lage zu erhalten.

Sehr hoch differenziert und teilweise ausserordentlich stark entwickelt erscheinen die Muskeln, welche das Oberarmbein gegen den Rumpf hin bewegen, und obwohl an der Unterseite des Schulterblattes kein Muskel entspringt und auch der Mangel eines Grates auf der Oberseite dieses Knochens die Verhältnisse vereinfacht, so giebt es doch kaum eine andere Wirbeltierform, bei welcher gerade dieser Teil der Muskulatur gleich stark vermannigfaltigt wäre.

Der breite von den oberen Dornfortsätzen der Rücken- aber nicht der Halswirbel kommende Rückenmuskel ist zwar der Flächenausdehnung nach gross, dabei aber sehr schwach, auch zwei weitere dorsal vom Schulterblatt kommende und das Oberarmbein nach aussen und hinten ziehende Muskeln sind nur gering entwickelt. Stärker sind die beiden Heber des Humerus, besonders erreicht der am vorderen Teile des Schulterblattes entspringende bei guten Fliegern einen beträchtlichen Umfang.

Von der Bauchseite nehmen jederseits drei Muskeln ihren Ursprung, die drei Brustmuskeln, die man als grossen, mittleren und kleinen unterscheiden kann.

Der grosse Brustmuskel ist wohl der relativ grösste, einheitlich entwickelte (was die Schwanz- und Rumpfmuskeln der Fische nicht sind!) Muskel in der ganzen Wirbeltierreihe. Nur sehr selten nähern sich (etwa noch die Schläfenmuskeln von Raubtieren und anthropoïden Affen) Pendantmuskeln mit ihren Ursprungsstellen in der Medianlinie so stark wie dieser und sein Gegenstück. Beide zusammen sind bisweilen bei Vögeln so schwer als die ganze übrige Körpermuskulatur zusammen und betragen bei Kolibris mindestens ein Achtel des Gesamtgewichts. Die relativen Gewichtsverhältnisse der Brustmuskulatur bei den fliegenden Tieren sind überhaupt interessant. Bei den Fledermäusen ist sie durchschnittlich vier bis fünf mal schwerer als bei den anderen Säugetieren, wird aber doch nur halb oder ein Drittel so schwer wie bei den Vögeln. Auch bei diesen zeigen sich merkwürdige Schwankungen bei nahe verwandten Formen und bei solchen, welche nach unserer Schätzung gleich gut fliegen. Die folgende Tabelle, in der 1 immer dem Gewicht der Brustmuskulatur entspricht, wird dieses bestätigen*). Leider fehlen in derselben eine Reihe wichtiger Arten (z. B. Taube, Huhn, Turmschwalbe, Kuckuck, Eisvogel, Strauss u. s. w.):

*) Vergl. P. Harting, Archives Néerlandaises, T. IV, 1869, pag. 1.

	Vogelart:	Verhältnis des Gewichts der Brustmuskulatur zu dem des Körpers
1.	Kampfläufer *(Machetes pugnax)* . .	1 : 3·93
2.	Krickente *(Anas crecca)*	1 : 4·31
3.	Ziemer *(Turdus pilaris)*	1 : 4·41
4.	Amsel *(Turdus merula)*	1 : 4·55
5.	Staar *(Sturnus vulgaris)*	1 : 5·26
6.	Seidenschwanz *(Bombycilla garrula)*	1 : 5·46
7.	Silbermöve *(Larus argentatus)* . . .	1 : 6·08
8.	Feldlerche *(Alauda arvensis)*	1 : 6·27
9.	Moorente *(Fuligula nyroca)*	1 : 6·63
10.	Kohlmeise *(Parus major)*	1 : 6·90
11.	Brachvogel *(Numenius phaeopus)* . .	1 : 7·42
12.	Lachmöve *(Larus ridibundus)* . . .	1 : 7·53
13.	Graupapagei *(Psittacus erithacus)* . .	1 : 7·92
14.	Gemeine Ralle *(Rallus aquaticus)* .	1 : 8·95
15.	*Rallus pectoralis*	1 : 9·25
16.	Beo *(Gracula religiosa)*	1 : 9·37
17.	Blesshuhn *(Fulica atra)*	1 : 9·56
18.	Gemeiner Kakadu *(Plictolophus sulphureus)*	1 : 10·48
19.	Ammer *(Emberiza gubernatix)* . . .	1 : 12·50

In der Regel entsprechen stark entwickelte und gewichtige Brustmuskeln auch langen und breiten Flügeln, es giebt indessen, wie Harting (l. c.) bemerkt, eine Reihe von Ausnahmen. So scheint es, dass ein geringerer

Umfang der Flügel durch eine stärkere Entwickelung der sie bewegenden Muskulatur ersetzt werden kann und umgekehrt. Kleine Flügel, welche sich im gegebenen Zeitraum öfter bewegen, können denselben Erfolg erzielen wie grosse, die langsamer in Thätigkeit sind. Interessant sind in dieser Beziehung die Silbermöve und die Lachmöve. Bei letzterer ist das Verhältnis vom Gewicht der Brustmuskeln zum Körpergewicht nicht unbedeutend geringer als bei ersterer und doch ist sie der bessere Flieger, aber bei ihr kommt auf je ein Gramm des Leibesgewichtes $2_{\cdot 106}$ mm der Flügellänge, bei der Silbermöve indessen $0_{\cdot 85}$ mm und von der Flügeloberfläche bei der Lachmöve 17 □mm, bei *Larus argentatus* aber nur $9_{\cdot 6}$.

Im Verhältnis zu den Brustmuskeln der Vögel, welche die Flügel senken, sind ihre auf dem Rücken entspringenden Antagonisten, welche die Flügel heben, wie wir sahen, sehr gering entwickelt, so dass die Leistungsfähigkeit beider Gruppen scheinbar gar nicht im Gleichgewicht steht. Man darf aber nicht übersehen, dass die Flügelheber eigentlich auch nur wenig zu verrichten haben. Wenn ein fliegender Vogel seine Brustmuskeln nicht mehr wirken lässt, so wird er sinken und dabei werden seine Flügel schon ganz von selbst durch den Widerstand der Luft nach oben gedrückt werden.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Brustmuskulatur auch in dem Umfange schwindet, wie Vogelgenerationen das Fliegen aufgeben: beim neuseeländischen Nachtpapagei ist sie gering, noch schwächer bei den sog. Ratiten entwickelt. Dass es indessen flugunfähige Vögel (Pinguine, *Alca impennis)* giebt mit doch umfangreichen

Brustmuskeln, wurde schon bei Besprechung des Brustbeins hervorgehoben und wurden dort auch die Gründe davon entwickelt. Es ist aber interessant, dass in diesen Fällen, sowie auch bei den Lummen *(Uria)* und Larventauchern *(Mormon)* der mittlere Brustmuskel ganz besonders stark entwickelt ist, der den Flügel nach vorn bewegt und abwechselnd mit der Thätigkeit des grossen, den Arm senkenden Brustmuskels die Schwimmbewegung der vorderen Extremitäten dieser Tiere hervorbringt.

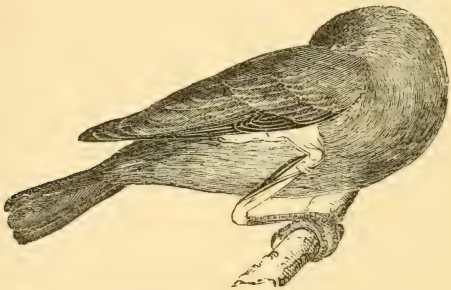
Der Unterarm wird durch neun langsehnige Muskeln bewegt, von denen ihn drei strecken, sechs beugen. An die Handwurzel treten vom Oberarmbein herkommend zwei Beuger, an die Mittelhand vier Beuger und vier Strecker, die auch teils am Oberarmbein, teils an den Unterarmknochen ihren Ursprung nehmen. Die Finger besitzen gleichfalls Beuger, Strecker, An- und Abzieher.

Der Vogelflügel besitzt indessen eine Anzahl von Muskeln (halbe Hautmuskeln könnte man sie nennen), die bei keinem anderen Wirbeltiere vorkommen und die durch eine eigenartige Hautentwickelung veranlasst werden. Die Flugfähigkeit hat nämlich nicht allein in negativem Sinne, so zu sagen, auf die vorderen Gliedmassen eingewirkt, das heisst die Entwickelung besonders ihrer distalen Teile den Reptilien gegenüber herabgesetzt, sie hat derselben auch gewisse Organisationsverhältnisse angezüchtet oder, besser gesagt, gewisse bei allen Wirbeltieren auftretende aber bald verschwindende resp. rückgebildete Eigentümlichkeiten ausgebeutet. So findet sich bei den Vögeln zwischen Schulter und Handwurzel eine in ihrer Bedeutung später näher zu würdigende Hautfalte, die vordere Flug-

haut oder das *patagium*, und eine zweite, kleinere (bei uns Menschen doppelt entwickelte und die Achselhöhle nach vorn und hinten begrenzende) zwischen Brustkorbseite und Oberarm, die hintere Flughaut. In die erstere treten zwei Muskeln, die sich in ihrem sehnigen distalen Teil vereinigen. Der eine, grössere scheint eine selbständig gewordene Portion des grossen Brustmuskels zu sein, kommt aus der Schultergegend, meistens vom oberen Ende des Rabenschnabel- und Schlüsselbeines und tritt mit langer Sehne an das distale Ende von Speiche und Elle, und mit dieser Sehne vereinigt sich die eines schwächeren Muskels, der mit mehreren Zipfeln vom Oberarm entspringt. Beide spannen die vordere Flughaut. Die grosse Sehne des vorderen zeigt manches eigentümliche. Sie liegt ganz vorn in der Flughaut gleichsam als Verstärkung des Vorderrandes derselben, ist sehr nachgiebig und elastisch und besteht aus einer Anzahl nur lose mit einander verbundener Streifen, so dass sie also der Wirkung der übrigen Oberarmmuskeln ohne Beschwer Folge leistet. Wenn sich der Unterarm streckt, so wird dabei durch diese Sehne auch die Hand schon passiv gestreckt. Übrigens sind diese Spannmuskeln bei den verschiedenen Vogelgruppen sehr ungleichartig entwickelt und differenziert. In die hintere Flughaut tritt ein von dem vorderen Rand des Darmbeins und der Aussenseite der hintersten Rippen mit mehreren Köpfen entspringender Muskel. Er faltet die hintere Flughaut und spielt so eine beiläufige Rolle beim Zusammenlegen des Flügels.

Die Zahl der Muskeln der hinteren Extremität ist 32 bis 36, und diese Schwankung richtet sich haupt-

sächlich danach, ob eine Innenzehe vorhanden ist oder nicht. An den Oberschenkel treten vom Becken her 3 bis 4 als Heber fungierende Gesässmuskeln, 3 andere entspringen weiter nach hinten und ziehen jenen Abschnitt der Gliedmassen nach hinten, 1 zieht ihn nach aussen und 3 ziehen ihn an. An den Unterschenkel treten 9 Muskeln, welche teils vom Becken, teils vom Oberschenkelknochen entspringen. Einer dieser Muskeln, der

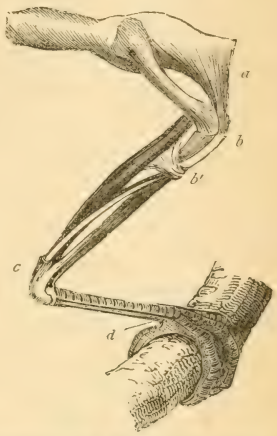


Sitzender Hocker im Schlaf.

An der rechten hinteren Extremität ist an Ober- und Unterschenkel die Haut wegpräpariert.

schlanke Schenkelmuskel, entspringt vom Schambein, hat einen kurzen Bauch, aber eine lange, dünne Sehne, welche in einer Furche über die Kniescheibe wegläuft, sich indessen nur zum Teil an die Vorderfläche des Schienbeines ansetzt, zum Teil sich aber mit dem durchbohrten Beugemuskel der Zehen verbindet und mit diesem ein Ganzes auch in physiologischem Sinne bildet. Der Beuger ist durch Bänder derartig mit dem Unterschenkel verbunden, dass er nicht ausweichen kann. Weiter nach unten schlägt er sich

nach hinten, geht über das Fersengelenk weg, wird sehnig und teilt sich entsprechend der Zahl der Zehen in vier einzelne Sehnen, welche an die Unterseite der Zehen sich befestigen. Setzt sich nun ein Vogel auf einen Zweig, so wird die hintere Extremität im Knie- und Tarso-Metatarsalgelenk durch den Druck des lastenden Körpers spitzwinkelig gebogen. Da aber die Sehne des oberen Muskels über das Knie wegläuft, so wird sie, wenn dieses sich beugt, gespannt, zieht daher an den Zehenbeuger, mit dem sie sich verbindet, von der Unterseite her die Zehen zusammen, so dass diese zugreifen ohne Willen und Zuthun des Vogels auf rein mechanischem Wege. Es ist dies eine wundervolle Anpassung an das Baumleben, die namentlich beim Schlaf, bei dem der Vogel ganz in sich zusammenknickt und daher den Apparat erst recht anspannt, von grosser Wichtigkeit ist. Dazu kommt noch beim schlafenden Vogel die Lage des Kopfes auf dem Rücken, so dass der Schwerpunkt über dem Fusse sich befindet, mithin der Druck auf die hintere Extremität noch vermehrt wird. Dass der Vogel auf einem Beine zu schlafen pflegt, ist, da er sich ohne eigenes bewusstes



Anatomie des Fusses eines Hockers.

a Der schlanke Schenkelmuskel, der bei *b* über das Kniegelenk wegläuft, bei *b'* durch ein Band fixiert ist, sich nach hinten wendet, bei *c* über das Fersengelenk weggeht und bei *d* sich mit den Sehnen der die Zehen beugenden Muskeln vereinigt.

Zuthun im Gleichgewicht befindet, nicht nachteilig, aber der besseren Erwärmung des Körpers wegen von Vorteil.

Interessant ist auch eine Vorrichtung im Unterschenkel-Tarso-Metatarsalgelenk beim Storch, durch welche etwas ähnliches, wie durch den eben beschriebenen Apparat erzielt wird*). Dieses Gelenk ist nämlich derart beschaffen, dass es sich bei Streckung des Beines selbständig fixiert. Nimmt man ein frisches Storchbein in möglichster Streckung und versucht den Lauf nach vorn zu beugen, so wird man finden, dass man erst einen gewissen Widerstand zu überwinden hat, bis Unterschenkel und Lauf einen bestimmten Winkel bilden. Hat man diesen Punkt erreicht, so ist die weitere Bewegung äusserst leicht. Umgekehrt wird man finden, wenn man ein gebogenes Bein zu strecken versucht, dass sich das Hindernis abermals einstellt, bis man die Streckung beinahe erreicht hat, dann springt das Gelenk ganz von selbst ein. Beim Laufen hat der Storch selbst natürlich auch die nämlichen Hindernisse zu überwinden, daher sein sprichwörtlich bekannter gravitätischer Gang. Wenn er aber auf einem seiner langen Beine stehend ruht oder schläft, so ist ihm die Einrichtung vom grössten Vorteil.

Die am Unterschenkel entspringenden Muskeln gehen als Strecker (3) und Beuger (2) an den Mittelfuss oder an die Zehen. Vom Mittelfuss entspringen 3 Muskeln: einer davon ist der gemeinsame Strecker für alle Zehen und hat entsprechend verteilte Sehnen; die innere Zehe hat einen besonderen Beuger, An- und Abzieher.

*) Vergleiche Bergmann und Leuckart, „Anatom.-physiolog. Übersicht des Tierreichs", pag. 341.

III.

Nervensystem und Sinnesorgane.

Das Nervensystem und die Sinnesorgane haben teilweis bei den Vögeln einen ausgezeichnet hohen Grad der Entwickelung erreicht. Viele Vögel sind geistig sehr hoch stehende Geschöpfe, weit höher als die Reptilien und die meisten Säugetiere; wie wir denn oft beobachten können, dass mit grösserer Bewegungsfähigkeit eine grössere Entfaltung der geistigen Eigenschaften Hand in Hand geht.

Das Rückenmark*) ist nicht in allen seinen Abschnitten von gleicher Form und Gestalt; der Halsteil ist cylindrisch, der Brustteil verbreitert sich im Anfang zur Halsanschwellung, giebt hier die starken Nerven zu den vorderen Extremitäten ab, worauf das Rückenmark wieder dünner wird, um in der Kreuzbeingegend eine abermalige Anschwellung zu erleiden und schliesslich in einen feinen Faden auszulaufen. Jene Kreuzbeinanschwellung hat ein besonderes Interesse, da

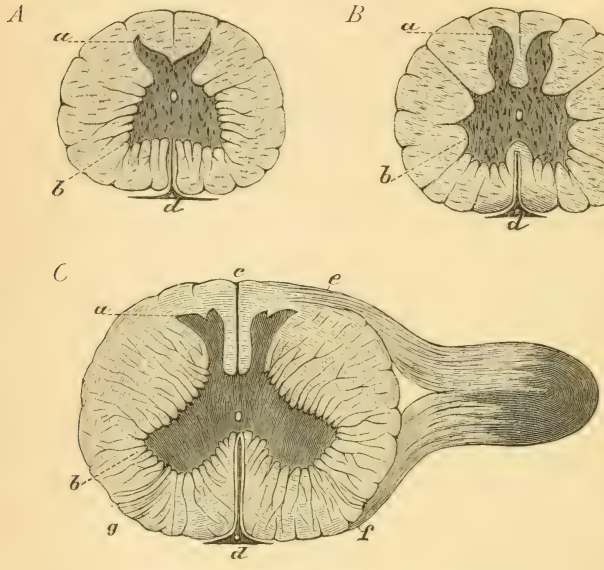
*) Vergl. für das zentrale Nervensystem: Stieda, Z. f. w. Z. Bd. XIX.

in der jüngsten Zeit aus den triasischen Schichten Nordamerikas gewaltige Saurier (Stegosaurier), die wir als Ahnenformen der Vögel aufzufassen haben, bekannt geworden sind, die eine ungleich grössere Erweiterung des Rückenmarkkanals besitzen, also eine weit grössere Rückenmarksanschwellung besessen haben werden, als die Vögel; ja bei einer Art ist diese Sacralhöhle von einem Durchmesser, der den der Hirnkapsel um ein Vierfaches übertrifft. Man hat, verleitet durch diese merkwürdige Eigentümlichkeit, von einer Art hinterem Hirn bei diesen Tieren gesprochen, wie es ähnlich vor Jahren schon durch Barkow betreffs der Kreuzbeinanschwellung im Rückenmark der Vögel geschehen war. Allein dieser Ausdruck ist nicht glücklich gewählt und könnte zu Missverständnissen veranlassen; die Sacralanschwellung entspricht einzig und allein der Halsanschwellung, beide sind lokale Verdickungen des Rückenmarkes, in denen stärkere Nerven (die der vorderen und hinteren Extremitäten) als in den übrigen Teilen des Rückenmarks wurzeln. Dass diese Verbreiterung bei den Stegosauriern eine so ganz unverhältnismässige ist, wird erklärlich, wenn wir uns vorstellen, dass bei diesen Tieren und zwar in einem noch viel höheren Grade als wie bei den Känguruhs die hinteren Extremitäten auf Kosten des übrigen Körpers entwickelt waren, und diese gewaltigen Bein- und Fleischmassen verlangten ganz andere Nerven als die übrigen Körperteile und damit eine ganz andere Entfaltung der betreffenden Stelle des Rückenmarkes, wo diese Nerven entsprangen, ohne dass man thatsächlich nur im mindesten berechtigt wäre, dieser Stelle etwa den Namen eines hinteren Hirnes beizulegen.

Auf der oberen Fläche des Rückenmarkes der Vögel verläuft eine mediane Längsfurche, die im vorderen Abschnitte nur schwach ist, nach hinten deutlicher und tiefer wird und oberhalb der hinteren Anschwellung zu einer rautenförmigen Grube *(sinus rhomboidalis)* aus einander weicht, die mit einer eigentümlichen gallertartigen Masse erfüllt ist. Auf der abgeflachten Unterseite des Rückenmarkes verläuft gleichfalls eine mediane Längsfurche, die aber mit Ausnahme an der hinteren Anschwellung und an der Übergangsstelle des Rückenmarks in das verlängerte Mark sehr tief eindringt. Die Spinalnerven entspringen auch hier von der oberen und unteren Fläche des Rückenmarks mit oberen und unteren Wurzeln, die, nachdem die obere Wurzel ein Spinalganglion gebildet hat, sich vereinigen, und deren wir beim Huhn beispielsweise 48 zählen. Der Abstand und die Stärke dieser Nerven ist in den verschiedenen Regionen des Rückenmarks natürlich ein verschiedener und während der erstere sich nach der Höhe der Wirbel richtet ist die Stärke in Gemässheit der mit nervösen Elementen zu versorgenden Körperbezirke entwickelt. Bei keinem Vogel löst sich der hintere Teil des Rückenmarks innerhalb des Wirbelkanals zu Nervensträngen auf, er bildet hier niemals, wie bei den Säugetieren, einen sogenannten Pferdeschwanz, jeder Rückenmarksnerv tritt vielmehr sofort nach seinem Entstehen nach aussen.

Das Rückenmark besteht wie bei allen Wirbeltieren aus einer weissen und einer grauen Substanz, die letztere ist die innere und in ihrer ganzen Länge verläuft ein sehr feiner, in allen Teilen des Rückenmarks gleichweiter

Zentralkanal, der einen äusserst zarten Längsfaden von unbekannter Herkunft und Bedeutung umschliesst. Auch im Rückenmark der Vögel zeigt auf Querschnitten die



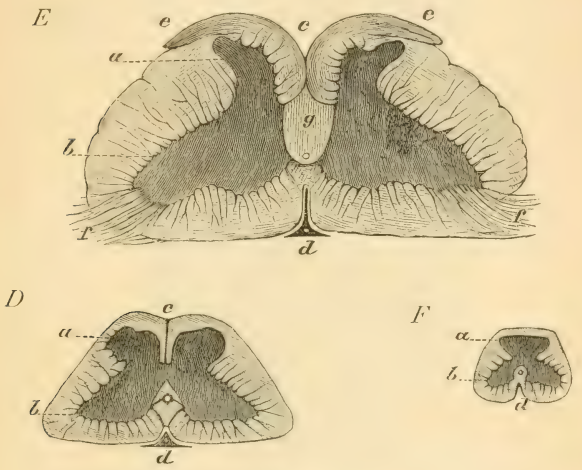
Querschnitte durch das Rückenmark eines Huhns

A aus dem Halsteil, *B* ebendaher aber näher der Halsanschwellung, *C* durch die Halsanschwellung. 10 mal vergrössert.

a Oberhorn, *b* Unterhorn der grauen Substanz — *c* Obere, *d* untere Längsfurche — *e* Obere, *f* untere Wurzel des Rückenmarksnerven — *g* Genetzte Substanz — *h* Gallertsubstanz. (Nach Stieda.)

graue Substanz ungefähr die Gestalt eines aufgespannten Schmetterlings, dessen Oberflügel als untere Hörner nach unten und dessen Unterflügel als obere Hörner nach oben gerichtet sind. Diese Durchschnittsbilder sind selbst-

verständlich nicht in allen Teilen des Rückenmarks genau dieselben, sie sind verschiedentlich modifiziert und erleiden namentlich an den Anschwellungsteilen des Rückenmarks wesentliche Vergrösserungen.



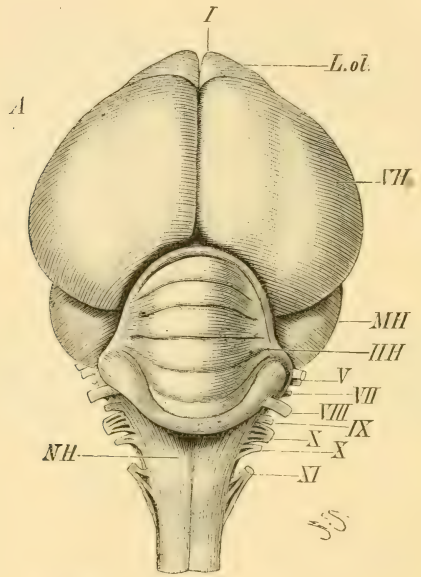
Querschnitte durch das Rückenmark eines Huhns

D aus dem Stück zwischen Hals- und Kreuzbeinanschwellung, *E* aus dem hinteren Abschnitt der Kreuzbeinanschwellung, *F* aus dem hinteren Ende des Rückenmarks. 10 mal vergrössert.

a Oberhorn, *b* Unterhorn der grauen Substanz — *c* Obere, *d* untere Längsfurche — *e* Obere, *f* untere Wurzel des Rückenmarksnerven — *g* Gallertsubstanz. (Nach Stieda.)

Das Gehirn, das sowohl an Masse wie an Entfaltung, also nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ dem Gehirn entsprechend grosser Reptilien, ja in einzelnen Fällen (Papageien gegenüber gewissen Beuteltieren) dem der Säugetiere überlegen ist, füllt die Schädelhöhle voll-

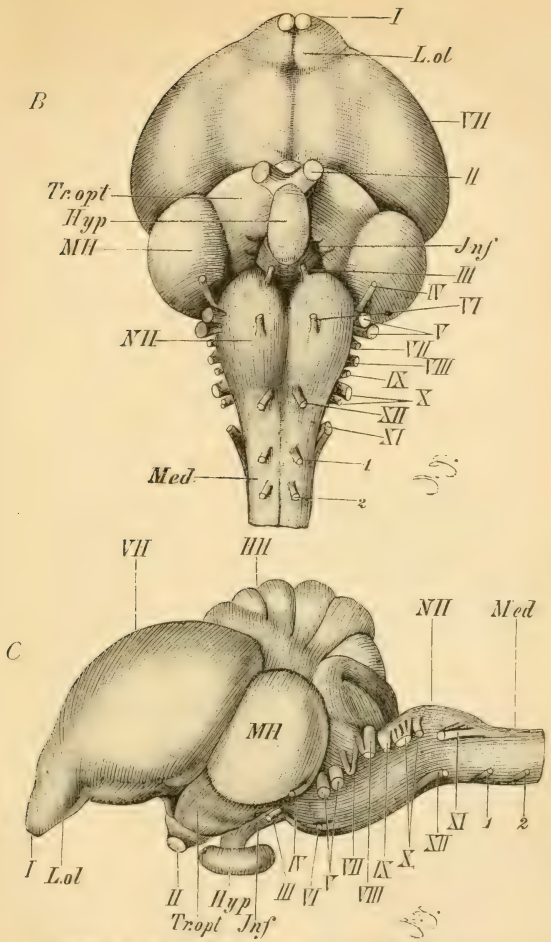
kommen aus. Wenn wir das Gehirn von oben betrachten, so sehen wir, dass die beiden Hemisphären zwar ohne eigentliche Furchen, aber doch nicht ganz glatt sind, vorn die *tubercula olfactoria* tragen und hinten herzförmig aus



Gehirn der Haustaube, *A* von oben.

VH Vorderhirn — *MH* Mittelhirn — *NH* Nachhirn — *Med.* Medulla oblongata — *L. ol.* Riechlappen — *Tr. opt.* Region des Sehhügels — *Inf.* Trichter — *Hyp.* Hirnanfang *(Hypophysis)*. *I—XII* Die zwölf Hirnnerven. (Nach Wiedersheim.)

einander weichen und das kleine Gehirn, das an den Seiten die Sehlappen trägt, zwischen sich aufnehmen. An der Basis ist das grosse Gehirn vertieft und schiebt sich in diese Vertiefung das längliche, seitlich abgeplattete



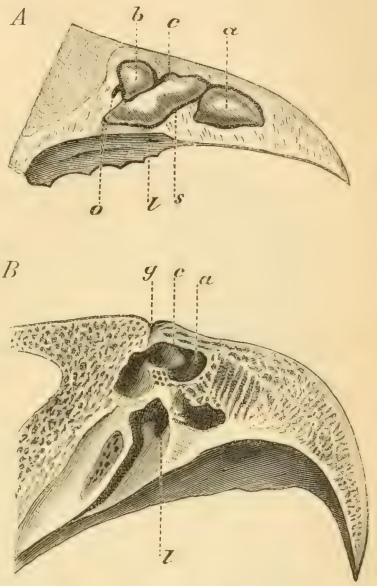
Gehirn der Haustaube, *B* von unten, *C* von der Seite.

VH Vorderhirn — *MH* Mittelhirn — *NH* Nachhirn — *Med.* Medulla oblongata — *L. ol.* Riechlappen — *Tr. opt.* Region des Sehhügels — *Inf.* Trichter — *Hyp.* Hirnanhang *(Hypophysis).* *I*—*XII* Die zwölf Hirnnerven. (Nach Wiedersheim.)

und mit Querfurchen versehene Kleinhirn ein; zwischen diesem — das auf einem Längsschnitt schon deutlich die Gestalt eines sogenannten Lebensbaumes erkennen lässt und das nach hinten gegen das verlängerte Mark zu steil abfällt — und dem Grosshirn liegt die kleine Zirbeldrüse. Im frischen Zustande sind die Hemisphären graurötlich, die Sehlappen und das verlängerte Mark weiss und das Kleinhirn grau mit einem nur sehr geringen rötlichen Schimmer. Betrachten wir das Gehirn von der Basis her, so ist von dem kleinen Gehirn nichts zu sehen, wir bemerken nur die Hemisphären, die kugeligen Sehlappen, das stark konvex gewölbte verlängerte Mark und die sogenannte unpaare Masse, die zunächst bedeckt wird von der Kreuzung der Sehnerven, dem Chiasma und von dem Hirnanhang. Die Hemisphären bergen im Innern einen rudimentären Balken und auf dem Boden ihrer geräumigen Seitenhöhlen gestreifte Körper; sie bedecken den als Sehhügel wohl entwickelten Abschnitt des Zwischenhirns und die Anschwellung des Mittelhirns, in dem die Sehnerven ihren Ursprung finden. Hervorgehoben mag noch werden, dass sämtliche Gehirnnerven gesondert sind und dass der *Sympathicus* in dem knöchernen Seitenteil des Halses verläuft.

Die Sinnesorgane sind wie die Sinne sehr ungleichartig entwickelt und während das Gehör und Ohr, besonders aber das Auge und Gesicht ausserordentlich leistungsfähig sind, haben sich Geruch und Geschmack mit ihren Organen stark rückgebildet. Was das Geruchsorgan betrifft, so ist uns das Verständnis dieses Teiles erst durch Gegenbaur klar geworden; während man früher ziemlich

allgemein drei Gebilde in der Nasenhöhle einfach als vordere, mittlere und hintere Muschel bezeichnete, hat der genannte Forscher namentlich durch einen konsequent durchgeführten Vergleich mit den entsprechenden Teilen der Reptilien dargethan, dass die Verhältnisse doch etwas anders liegen. Die Eidechsen und Schlangen besitzen eine unzweifelhafte Muschel (die bei den Schildkröten, obwohl die Nasenhöhle dieser Tiere im übrigen komplizierter gebaut ist, viel weniger differenziert erscheint), die mit der Nasenscheidewand in Verbindung tritt. Von den zwei Gebilden, die man früher bei den Krokodilen als vordere und hintere Muschel bezeichnete, ist das hintere keine Muschel, denn es hat keine frei in die Nasenhöhle hereinragende Lamelle, es ist nur eine einfache Ausbuchtung der knorpeligen Wand der Nasenhöhle, und so



Medianschnitte durch die Medianebene des Kopfes *A* vom Huhn, *B* von einem Papagei.

a Vordere, *b* hintere, *c* mittlere Muschel — *o* Kommunikationskanal zwischen der Nasenhöhle und Luftbehältern des Kopfes — *l* Mündung des Thränennasengangs. (Nach Gegenbaur.)

bleibt nur der vordere Teil als Homologon der Muschel der Eidechsen und Schlangen übrig. Auch bei den Vögeln ist das als obere oder hintere Muschel bezeichnete Gebilde keine solche, sondern nur ein Riechhügel und auch der als vordere Muschel bezeichnete Teil, der manchen Vögeln, wie gewissen Nachtschwalben, dem Schlangenadler u. a. m., vollkommen fehlt, ist keine solche, sondern eine von den Vögeln erworbene Neubildung, die man allenfalls als Vorhofsmuschel bezeichnen könnte. So bleibt als eigentliche den entsprechenden Teilen bei Säugetieren vergleichbare Muschel bloss die mittlere übrig, welche nur selten, z. B. bei den Tauben, so einfach wie bei den Reptilien bleibt, sich vielmehr vergrössert und sich unter Umständen bis zu $2\frac{1}{2}$ Windungen spiralig einrollt.

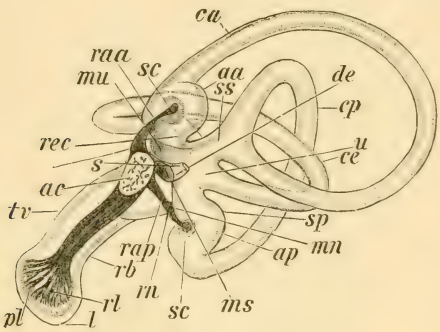
Senkrechter Querschnitt durch die Nasenhöhle des Haushuhns.
2 mal vergrössert.

b Hintere, *c* mittlere Muschel — *s* Nasenscheidewand. (Nach Gegenbaur.)

Die äusseren Nasenlöcher liegen meist in der hinteren Hälfte des Schnabels, oft, wie bei den Pfefferfressern und Nashornvögeln, sehr weit nach hinten und sind meist von einem Federkranz umgeben, bisweilen auch durch einen Klappenapparat geschützt. Beim *Apteryx* liegen sie wunderbarer Weise an der Spitze, beim gemeinen Albatros *(Diomedea exulans)* in parallelen Röhren auf den Schnabelfirsten, bei einem anderen *(D. melanophrys)* beginnen sie rudimentär zu werden und bei manchen cormoranartigen Vögeln sind sie, öfters individuell, voll-

ständig oblitteriert. Die meist auf dem Stirnbein, seltener unter dem Nasenbein gelegene Nasendrüse mündet mit einem einfachen Gange in die Nasenhöhle.

Das Wenige, was über das Geschmacksorgan zu sagen war, haben wir bei Besprechung der Zunge zu behandeln, nur sei erwähnt, dass die Papageien und Enten, also



Häutiges Gehörorgan der Drossel.

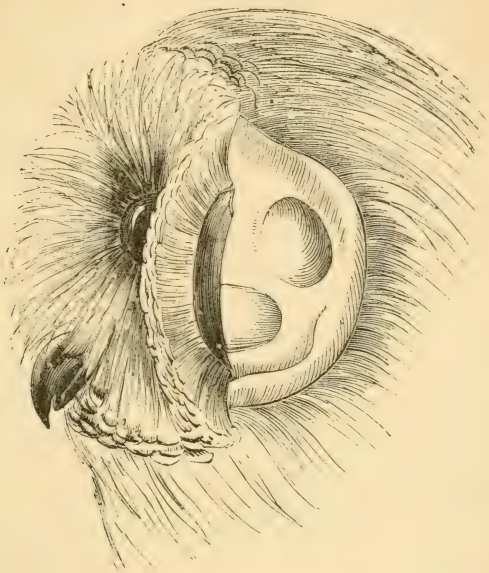
sc Utriculus — *ss* Sinus utriculi superior — *sp* Sinus utriculi posterior — *rec* Recessus utriculi — *aa* Ampulla anterior — *ap* Ampulla posterior — *ca* Canalis anterior — *ce* Canalis externus — *cp* Canalis posterior — *s* Sacculus — *de* Ductus endolymphaticus — *l* Lachena cochleae — *tv* Tegumentum vasculosum — *ms* Macula ac. sacculi — *mu* Macula ac. recessus utriculi — *sc* Septem cruciatum — *mn* Macula ac. neglecta — *raa* Ramulus ampullae anterioris — *rap* Ramulus ampullae posterioris — *rn* Ramulus neglectus — *rb* Ramulus basilaris — *rl* Ramulus lagenae — *pl* Papilla ac. lagenae — *ac* Nervus acusticus. (Nach Retzius.)

weichzüngige Vögel, entschiedene, oft individuelle Liebhabereien für gewisse Speisen zeigen, die nur in der Annahme eines höher entwickelten Schmeckvermögens ihre Erklärung finden.

Das Gehörorgan ist wesentlich höher differenziert und damit das Gehör und das Verständnis für Töne oft

ausserordentlich hoch entwickelt. Drei halbzirkelförmige Kanäle bilden von spongiöser Knochenmasse eingeschlossen das Labyrinth; der Vorhof steht mit einer ansehnlichen Schnecke in Verbindung, die jedoch nur ein einfach gebogener Schlauch ist. Der Vorhof zerfällt durch eine auf einen knorpeligen Rahmen ausgespannte Haut in zwei Abschnitte, die einem tympanalen und einem vestibulären entsprechen. Der Vorhof, diese ampullenartige Erweiterung der Schnecke, besitzt zwei Öffnungen, eine runde *(foramen rotundum)*, über die eine Haut gespannt ist, und eine ovale *(foramen ovale)*, die durch das verbreiterte Ende eines eigentümlichen Knöchelchens geschlossen wird. Dieses Knöchelchen, die *Columella*, liegt bei den meisten Reptilien noch ausserhalb der Hörkapsel und beteiligt sich noch an dem Aufbau des Kiefergerüstes und entspricht dem als Amboss bezeichneten Knöchelchen des Menschen und der Säugetiere, bei denen auch noch jener bei den Vögeln die Bewegung des Unterkiefers vermittelnde, Quadratbein genannte Knochen als Hammer an der Bildung der Gehörknöchelchenkette Anteil nimmt. Vor dem eigentlichen Hörraum der Vögel findet sich stets noch eine Paukenhöhle, die durch die eustachische Röhre, die dicht hinter den inneren Nasenlöchern mündet, mit der Rachenhöhle, und durch besondere Öffnungen mit den Lufthohlräumen der Schädelknochen in Verbindung steht. Nach aussen ist die Paukenhöhle durch ein Trommelfell abgeschlossen, an das sich das eine Ende des Columella-Knöchelchens legt. Oberhalb des Trommelfells findet sich ein äusserer Gehörgang, um dessen Öffnung, die Ohröffnung, häufig ein besonderer Federkranz steht. Ein

eigentliches äusseres Ohr besitzen nur die Eulen in Gestalt einer nach vorn gelegenen häutigen Klappe.



Aeusseres Ohr der Schleiereule.

Wenn wir nun fragen, wie kam es denn, dass gerade bei diesen Vögeln ein äusseres Ohr sich differenzierte, so ist die Beantwortung dieser Frage aus der Lebensweise dieser nächtlichen Vögel leicht zu erlangen. Während ein Tagraubvogel mittels seiner so überaus hoch entwickelten Augen am hellen Tage seine sich bewegende Beute leicht erspähen kann, liegen für einen Nachtraubvogel die Verhältnisse anders. Sein Auge konnte ihm zu einer

Tageszeit, während der Lichtstrahlen nur in geringer Zahl vorhanden sind und während der seine Beute, zum grössten Teil wenigstens, wie die kleineren Singvögel, sich nicht munter bewegt, sondern im Schlafe ruht, wenig nützen. Dafür sind aber die Eulen eben durch ihr ausserordentlich entwickeltes Gehörorgan in der günstigen Lage, das leiseste Geräusch, das ein schlafender Vogel durch Zucken im Schlafe macht, während ihres lautlosen Vorüberfluges zu vernehmen.

Die Augen sind bei den Vögeln, ähnlich wie wir es bei fliegenden Insekten sehen und aus ähnlichen Gründen, gross und hoch entwickelt. Sie treten hier niemals in rückgebildeter Form auf, denn auch noch bei den nächtlichen Vögeln sind sie in den meisten, wenn auch nicht in allen Stücken ausgezeichnet differenziert; ausschliesslich unterirdisch lebende Formen, wie sie in den übrigen Wirbeltierreihen vorkommen und bei denen dann stets die Augen mehr oder weniger zu rudimentären Organen herabgesunken sind, kennen wir unter den Vögeln nicht.

Die Augen sind wenig beweglich, ihre Muskeln sind nur kurz und schwach: wiegen doch nach Leuckart alle vier geraden Augenmuskeln des Vogelauges zusammen nicht so viel als der schwächste (meist der obere) bei einem gleichschweren Säugetiere allein. Ihre Funktionen werden durch die Beweglichkeit des Halses und Kopfes übernommen. Die Augenlider sind hingegen sehr beweglich und besonders die unteren weich, und dünn und lassen bei geöffnetem Auge den Augapfel aus der Augenspalte fast vollkommen hervortreten. Im unteren Lide befindet sich eine bisweilen ansehnliche querovale Knorpel-

scheibe, an welche sich der aus dem hinteren Teil der Augenhöhle entspringende Augenlidsenker-Muskel, der stärker als der Heber ist, ansetzt. Den Papageien fehlt jene Knorpelscheibe.

Zu den zwei vertikalen Augenlidern kommt noch ein drittes hinzu, das im inneren Augenwinkel liegt und Nickhaut *(membrana nictitans)* genannt wird. Dasselbe ist keine vorspringende Falte der äusseren Haut, sondern der Bindehaut des Auges selbst und besteht aus einem weichen Bindegewebslager, in welches zahlreiche in verschiedener Richtung sich kreuzende Bündel elastischer Fasern eingebettet sind. Die über das Auge weggezogene Nickhaut ist so dünn, dass sie wie ein Schleier durchsichtig ist und daher der Sehfähigkeit des Vogels nur in geringem Grade hinderlich sein wird.

Die Nickhaut wird, was Nil Stenson oder Stenonis (gest. 1686) schon wusste, durch einen besonderen Muskelapparat über die vordere Augenfläche weggezogen. Derselbe besteht aus zwei Muskeln, deren grösserer und überhaupt der grösste Muskel am Vogelauge am oberen Rande der Hinterseite der Sklerotika des Auges entspringt, mit konvergierenden Fasern bis dicht oberhalb der Eintrittsstelle des Sehnerven herabsteigt, hier aber nicht inseriert, vielmehr, indem seine Fasern am Rande aus einander weichen, eine Hohlschleife oder eine kanalförmige Tasche bildet (daher der Muskel nicht bloss der viereckige – *quadratus* – sondern auch Taschenmuskel – *bursalis* –

Nickhautmuskel des Bussard.
(Nach Leuckart.)

heisst), in welcher die lange Sehne eines zweiten Muskels sich gleitend bewegen kann. Dieser zweite Muskel, weit kleiner als der vorige, ist dreieckig (daher *pyramidalis*), entspringt mit schmaler Basis unten von der Sklerotika neben dem vorderen Innenwinkel, schlägt sich mit langer dünner Sehne um die Eintrittsstelle des Sehnerven hufeisenförmig nach aussen, tritt mit derselben in die Kanaltasche des *quadratus* und setzt sich im inneren Augenwinkel, bedeckt vom unteren Lid, an den unteren Teil der Nickhaut, in deren Bindegewebe seine Sehne ausstrahlt.

Wenn die Nickhaut vorgezogen werden soll, müssen sich beide Muskeln zugleich zusammenziehen. Der *pyramidalis* ist eigentlich der Muskel, der die Nickhaut bewegt, der *quadratus* macht durch seine Kontraktion den Weg der Sehne länger und verhindert, dass dieselbe dabei auf den Sehnerv drückt. Der äussere Augenmuskelnerv *(nervus abducens)* versorgt beide Muskeln.

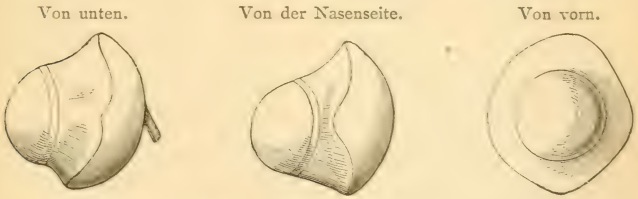
Wimpern, d. h. modifizierte Federn am Rande der Augenlider, kommen den meisten Vögeln zu. Bei Geiern, dem Sekretär *(Gypogeranus)*, dem abessinischen Nashornvogel, den Straussen u. s. w. sind es derbe, elastische Borsten von ansehnlicher Länge, in der Regel aber erscheinen sie als Pinseldunen oder kleine, wahre Federchen mit gering entwickelter Fahne. Die Augen der Papageien sind wimperlos.

Die Augäpfel der Vögel sind ansehnlich und hat der Strauss und das Pferd die grössten Bulbi, welche bei Landtieren überhaupt gefunden werden.

Das Gewicht beider zusammen verhält sich zum Gewicht des ganzen Körpers

beim	wie	zu	
Turmfalken	1	35·1	nach Tiedemann
Wiedehopf	1	45	
Elster	1	72	
grossen Buntspecht	1	56	
Pfau	1	32·6	
Wildgans	1	56·7	
Waldkautz	1	32	nach Leuckart
Rauchschwalbe	1	20	
Turmschwalbe	1	40	

Kleine Vögel haben folglich grössere Augen als grosse. Die Gestalt des Augapfels der Vögel ist nicht sphärisch, derselbe ist vielmehr in sehr besonderer Art modifiziert.



Auge des Bussard. Natürl. Grösse. (Nach Leuckart.)

Er besteht aus drei Abschnitten: einem hinteren konkaven, dem Segmente einer grösseren, und einer vorderen gleichfalls konkaven, dem Segmente einer kleineren Kugel entsprechenden. Diese beiden Abschnitte sind durch den Verbindungsteil oder das Mittelstück mit einander

vereinigt, welcher die Gestalt eines in der Mitte meist etwas eingeschnürten, nach vorn sich allmählich verjüngenden, abgestumpften Kegels hat, der die sagittale, horizontale und vertikale Achsenlänge des Vogelauges bestimmt.

Es beträgt nach Leuckart die Länge (in Millimetern) der

beim:	sagittalen, horizontalen, vertikalen Augenachse:		
Uhu	—	39	40
Seeadler	30	33	31
Bussard	19	21	19
Strauss	41	45	42
Trappe	29	33	31
Ente	12	16	15
Nachtreiher	16	22	21
Papagei	15	—	19

Der Verbindungsteil selbst ist in der Reihe der Vogelformen von sehr verschiedener Länge im Verhältnis zur Totallänge des Auges, doch nimmt sie bei Lauf- und Wasservögeln ab. Beim Uhu beträgt sie ein $^{7}/_{16}$, beim Seeadler ein $^{1}/_{3}$, beim Strauss ein $^{2}/_{9}$ und beim Schwan ein $^{33}/_{160}$ der ganzen Augenlänge (sagittale Achse).

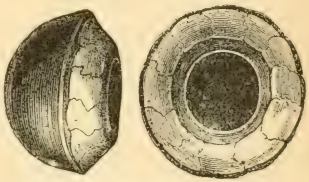
Der Aussenrand des vordersten Abschnittes ist kreisrund, der des hintersten (wenigstens bei Eulen, Bussard u. s. w.) mehr rautenförmig mit abgerundeten und schräg nach vorn sich erhebenden Ecken.

Die Bedeutung der Architektur des Vogelauges ist die, eine Ersparung am Gewicht ohne anderweitige Nachteile

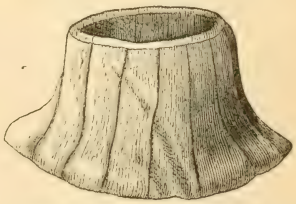
für das Sehvermögen herbeizuführen. Wäre der Augapfel kugelig aufgetrieben, so wäre damit für das Sehen nichts gewonnen.

Die harte oder weisse Augenhaut *(Sclera s. Sclerotica)* der Vögel zeigt gleichfalls eine merkwürdige, sonst nur noch einigen lebenden und zahlreichen fossilen Reptilien (Ichthyosauren, Plesiosauren u. s. w.) zukommende Eigentümlichkeit, welche darin besteht, dass dieselbe zum grössten Teile verknöchert ist, und der bindegewebige Teil dieses Augapfelskelett nur als eine ganz dünne Lage überzieht.

Diese Verknöcherung ist der Sklerotikalring, welcher die Gestalt des Verbindungsteiles des Vogelauges bedingt. Derselbe besteht aus einer Anzahl (meist 13, 14 oder 15, im Minimum 10, im Maximum 17) von Knochenblättchen, welche, je nach der Vogelart von verschiedener Konsistenz, von biegsam zarter und hornig durchscheinender bis zu starren dicken Knochenplatten sein kann. Diese Schuppen richten sich in ihrer Länge nach der Höhe des Bulbus-Mittelstückes, sind nur in seltenen Fällen gleich lang und breit, meist überwiegt eine der beiden Dimensionen, und da sich der Ring nach vorn zu verengert, ist ihre Gestalt trapezisch. Gelegentlich wird eine



Knochenring des Pinguinauges.



Sklerotikalring der Schneeeule.
(Nach Leuckart.)

Schuppe durch eine schräg verlaufende Trennungsnaht in zwei dreieckige Stücke gelegt oder es wird ein kleineres vorderes dreieckiges Stück von ihr abgelöst. Die Ränder der Schuppen und namentlich die der Seiten sind gekrümmt und unregelmässig gezackt. Sie greifen dachziegelartig über einander weg, aber diese Anordnung ist kaum je ganz regelmässig, meist greift eine (bisweilen auch zwei, selbst drei) Schuppe über die Ränder ihrer beiden Nachbarn weg oder schiebt sich unter dieselben. Die Grösse (Breite) der Schuppen ist in demselben Ringe nicht feststehend, auch sind in ihrer Zahl Ungleichheiten zwischen dem rechten und linken Auge desselben Vogels beobachtet worden.

Ihre Zahlen betragen bei:

Singvögeln meist	14
Schreivögeln oder Coccygomorphen	13—15
Spechten	12
Papageien	12
Tagraubvögeln	14—15
Eulen	16
Hühnern (sehr schwankend)	10, 11, 14, 15
Neuholländ. Casuar	15
Wadvögeln	15
Schwimmvögeln	13, 14, 15, selten 16 oder 17.

Weitere, zuerst 1811 von Rosenthal bei Spechten gesehene, dann von Gemminger (Z. w. Z. B. IV, pag. 215) und Leydig (A. f. A. u. Ph. 1855, pag. 40) näher

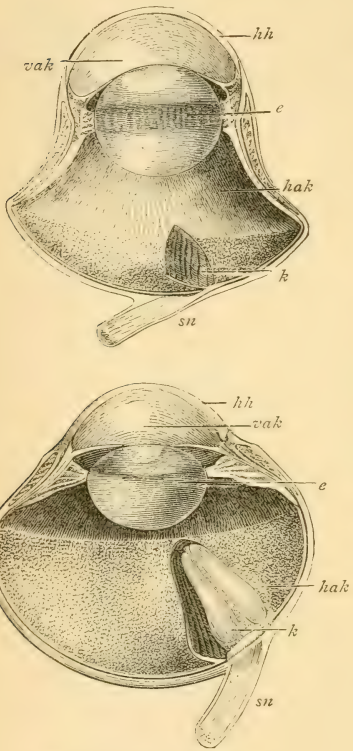
gewürdigte und beschriebene Knocheneinlagerungen finden sich bei sehr vielen Vögeln in der Sklera des hintersten Abschnittes des Auges um die Eintrittsstelle des Sehnerven eingelagert. Dieselben sind zart, meist hufeisenförmig und umgreifen die Region des Nervus opticus und die Schenkel derselben sind bei den verschiedenen Vögeln verschieden lang, oft ist auch an derselben Knochenspange der eine länger als der andere. Solche hintere Sklerotikalringe, wie man sie wohl genannt hat, finden sich bei den meisten einheimischen Vögeln, fehlen aber unvermittelt bei einer oder der anderen Art, so beim Bussard, der Schleiereule, der Turmschwalbe, der Gans, den Tauben und den meisten, vielleicht allen, Hühnervögeln.

Hintere Sklerotikalknochen
a von der Krähe,
b vom dreizehigen Specht.
(Nach Gemminger.)

Die Bedeutung dieser Verknöcherungen ist nicht ganz klar, wahrscheinlich werden sie irgendwie zu dem Sehnerven in Beziehung stehen, vielleicht zu seinem Schutze dienen. Als Gemminger sie wieder auffand, geschah dies bei Spechten und er glaubte, sie hätten die Bedeutung die Wirkungen der Schädelerschütterungen beim Klopfen und Hacken auf die Sehnerven abzuschwächen. Ihre Gegenwart bei Finken, Fliegenschneppern, Drosseln u. s. w. spricht nicht zu Gunsten dieser Annahme.

Die Aussenseite des vordersten Augensegmentes wird von der durchsichtigen Hornhaut gebildet, welche bei Vögeln und besonders bei Nachtvögeln sehr gross ist: beim Uhu verhält sich ihr querer Durchmesser zur Länge der sagittalen Augenachse wie 1 zu $1{,}_5$, sonst etwa wie

1 zu 2, bald etwas mehr (Reiher, Bussard), bald etwas weniger (Trappe; Strauss, Schwan). Meist ist die Hornhaut stark konvex, nur bei tauchenden Schwimmvögeln erscheint sie, in Anpassung an das das Licht anders brechende Wasser, flacher.



Zwei Typen von Vogelaugen.
a Auge des Uhus, *b* des Strausses.
Beide Schnitte sind parallel zur linken Nasenseite geführt und zeigen die linke Augenhälfte. (Nach Sömmering.)
hh Hornhaut — *vak* Vordere, *hak* hintere Augenkämme — *l* Linse — *k* Kamm — *sn* Sehnerv.

Auf der Innenseite des Knochenringes liegen die Elemente der häutigen Sklera in bedeutenderer Dicke auf als auf der Aussenseite, am stärksten aber treten sie an seinem Vorderrand auf, der auch die einzige Stelle ist, wo sich in der Sklera deutliche ringförmig und radiär angeordnete Fasern finden.

Die Aderhaut *(Choroidea)*, welche in dem hinter der Linse und der Iris gelegenen Hohlraum des Bulbus die Sklerotika über-

zieht, ist sehr gefässreich und dunkel, da ihre konkave Seite zugleich reich an verästelten dunkelbraunroten Pigmentzellen ist. Hinten wird sie, wie die Sklerotika, vom Sehnerv durchsetzt, der sich auf ihr zur Netzhaut entwickelt und ausbreitet. Sie selber durchsetzt wieder ihrerseits in Gestalt eines Fortsatzes die Netzhaut und dringt in den Glaskörper ein, ist aber mit dessen Masse nicht in direkter Berührung, vielmehr von einer taschenartigen Einstülpung der Hülle des Glaskörpers (der *Hyaloidea* oder Glashaut) umgeben, welche sie bei ihrer Entwickelung und beim Einwachsen in den Glaskörper vor sich herschiebt und mit welcher sie an ihrer höchsten Stelle innig verwachsen ist. In vollkommen entwickelten Vogelindividuen hat sich übrigens dieser Fortsatz bis auf wenig verbindende Reste von der Aderhaut losgelöst.

Das ist der merkwürdige Kamm oder Fächer des Auges (*Pecten* oder *Marsupium*, der Beutel, la bourse noire, weil er beim Strauss, wo ihn Claude Perrault, der bedeutende Naturforscher und noch bedeutendere Architekt, der Erbauer der Fassade des Louvre, 1676 entdeckte, fast schwarz pigmentiert ist). Er ist, wie gesagt, nichts als ein Faltenvorsprung der Aderhaut, bald stärker, bald schwächer pigmentiert, von blassgrauer bis schwarzer Farbe und im Innern durch einen ganz besonderen Reichtum an Kapillaren ausgezeichnet. Meist stellt er eine verschobene viereckige Platte dar, deren Gestalt unter Umständen indessen dreieckig oder kegelförmig wird. Er kann, und in sehr verschiedenem Grade, breiter als hoch, höher als breit und endlich von der nämlichen Breite und Höhe sein. Er erhebt sich nach aussen von

der Stelle, an welcher der Sehnerv die Aderhaut durchbricht, und steigt schräg nach oben und vorn und kann, wenn er besonders lang ist, in seltenen Fällen die Linsenkapsel direkt erreichen. Er ist auf seinen beiden Flächen gefalten und die Zahl der Falten ist sehr schwankend.

Es finden sich bei den:

Singvögeln relativ und absolut die meisten, durchschnittlich nämlich	20—25
Beim Raben	30
Beim Ziemer *(Turdus pilaris)*	28
Beim Finken und der Schwalbe	14—15
Bei Spechten	12—19
Kuckucksartigen Vögeln sehr verschieden:	
Gemeiner Kuckuck	10
Eisvogel	17
Langschwingern:	
Ziegenmelker	3—5
Papageien	7—9
Tauben	18
Tagraubvögeln	9—16
Nachtraubvögeln	4—7
Hühnervögeln	12—23
Straussvögeln:	
Afrikan. Strauss	18—20
Neuholländ. Casuar	4
Kiwi *(Apteryx)*	0
Sumpfvögeln	9—18
Teichhühnchen	25
Alken	15

Scharben 12
Entvögeln . . . . . 11—13
Flamingo 9
Sägetaucher *(Mergus merganser)* 7
Pinguinen *(Aptenodytes Forsteri)* 13

Der nächtliche Kiwi, der auch im Verhältnis zu seiner Grösse von allen Vögeln die kleinsten Augen hat, ist zugleich der einzige, dem ein Kamm fehlt, auch bei Nachtschwalben und Eulen ist die Fächerzahl des Kammes gering.

Das Pigment ist auch in verschiedener Menge im Kamme vorhanden, in den weitaus meisten Fällen freilich ist es gut vertreten. Bei den Alken *(Pingouin* der Franzosen) ist so wenig davon anwesend, dass der Kamm durchscheinend rot ist, und ähnlich verhält es sich mit der Elster. Auch weisses Hausgeflügel zeigt pigmentarme Kämme, ob aber der Satz von Ev. Home, dass dieselben überhaupt um so ärmer an Pigment seien, je mehr Weiss das Gefieder der betreffenden Vogelart enthalte, so unbedingt richtig ist, wie Beauregard anzunehmen scheint, möchte ich denn doch bezweifeln. Für die betr. domestizierten Vögel gebe ich es unbedingt zu, denn das sind Albinos. Wie aber steht es mit weissen oder vorherrschend weissen Vögeln, die keine Albinos, sondern von Natur so beschaffen sind? Die weissen *Chionis* und *Chasmorhynchus* wird so leicht kein Mikroskopiker im frischen Zustande untersuchen können, aber weisse Kakadus sind häufig genug, auch Schneeeulenaugen wären zu beschaffen, das Pigment im Kamme der Augen

des Schneehuhnes im Sommer- und Winterkleide müsste berücksichtigt werden.

Das Pigment ist nun nicht bei allen Vögeln in gleicher Art mit dem Kamme vereinigt. Es kann (bei Huhn, Taube und wohl überhaupt bei der Mehrzahl der Vögel) körnig, frei, nicht in Zellen eingeschlossen in dem Bindegewebe zwischen den Kapillaren liegen, oder es kann ein Teil desselben frei, wie feiner Kohlenstaub, zwischen den Bindegewebszellen liegen, ein anderer in Zellen des Bindegewebes eingeschlossen sein (bei der Gans, dem Perlhuhn), oder es kann schliesslich das ganze Pigment in solchen Zellen sich befinden (Uhu). Die Pigmentzellen des Kammes sind übrigens von denen der übrigen Aderhaut leicht zu unterscheiden, bei jener findet sich der Farbstoff bloss im eigentlichen Körper der Zelle, aber nicht in deren Ausläufern, diese hingegen erscheinen sternförmig, weil das Pigment hier auch die Ausläufer erfüllt.

Die arteriellen Gefässe des Kammes hängen nicht mit denen der Aderhaut zusammen, sondern mit denen der Scheide des Sehnerven.

Über die Bedeutung des Kammes im Vogelauge sind eine Reihe verschiedener Meinungen ausgesprochen worden. Petit und Blumenbach sahen in ihm einen Apparat, ein Zuviel an Lichtstrahlen zu resorbieren; Treviranus und Ev. Home hielten ihn für eine Vorrichtung zur Akkommodation, in gewissem Sinne auch Owen, der aber diese Funktion nicht einer direkten Bewegung des Kammes zuschrieb, vielmehr annahm, derselbe bestehe aus erektilem Gewebe, solle nun die Linse vom Grunde des Auges entfernt werden, so trete Blut in

den Kamm, derselbe würde erigiert, drücke von hinten direkt oder durch die dazwischenliegende Masse des Glaskörpers indirekt auf die Linse und schiebe sie so nach vorn. Huschke meinte, der Kamm ermögliche ein deutlicheres Sehen mit beiden Augen. Mihalkocs betrachtet ihn als das Ernährungsorgan eines grossen Teiles des Vogelauges, das weder im embryonalen, noch im ausgebildeten Zustande z. B. für die Netzhaut Zentralgefässe besässe.

Leuckart nimmt eine vermittelnde Stelle bei der Beurteilung der Funktion des Kammes ein, indem er ihn auch als ein Organ ansieht, welches einerseits die teilweise Ernährung des Auges vermittelt, anderseits aber auch als vergrösserter blinder Fleck, dem er in der That durch die Lage seiner Ursprungsstelle oder seiner Wurzel entspricht, überflüssige Lichtstrahlen resorbiert.

Ein französischer Arzt, Fieuzal (vergl. Tribune médicale, Décembre 1874), verfiel zuerst auf die Idee, Vogelaugen mit dem Ophthalmoskop zu untersuchen und er sah bei diesen Gelegenheiten mehrmals eine vertikal im Auge stehende Scheidewand, welche am Rande wie ein Farnkrautwedel gefiedert war und sich wie ein Vorhang hinter der Linse ausbreitete und den Lichtstrahlen einen weiteren Zutritt in das Auge verhinderte. Er glaubte es mit einem besondern Teil oder mit einer funktionellen Eigentümlichkeit der Ciliarfortsätze der Aderhaut zu thun zu haben.

Paul Bert, welcher natürlich sofort das Irrtümliche dieser Ansicht erkannte, nahm diese Untersuchungen wieder auf und kam zu der Meinung, der Kamm im

Vogelauge könne ruckweise willkürliche Bewegungen ausführen und sich nach Wunsch des Vogels zu einem mehr oder weniger grossen Blendschirm entfalten, um mehr oder weniger viele von obenher kommende Lichtstrahlen von der Netzhaut abzuhalten.

Beauregard schreibt dem Kamme zweierlei Bewegungen zu. Die eine davon sei aber nur scheinbar, sie beruhe auf Lagenveränderungen der Pupille in Beziehung zum Kamme. Nichts sei leichter, als den Mechanismus dieser Bewegungen zu verstehen. Man brauche nur an die Verhältnisse zu denken, unter denen sich der Augapfel mit dem Grunde der Augenhöhle verbinde. Bei den Vögeln sei der Sehnerv in diesem Teile äusserst kurz. Er sei gerade und auf dem Boden der Augenhöhle straff gespannt, daher könne sich der Augball in nur sehr beschränkter Weise unter Einfluss der betr. Muskeln bewegen, anderseits aber würde, da das Rotationszentrum der Bewegungen des Vogelauges wie bei dem Säugetierauge in einer zur Iris parallelen Ebene falle, welche dem vorderen Abschnitte des Auges sehr nahe läge, der hintere Abschnitt unter dem Einflusse der Muskeln in viel stärkere Oscillationen versetzt werden, als der vordere, so dass eine schwache Lagenverschiebung der Hornhaut in der Richtung von vorn nach hinten, eine viel bedeutendere entsprechende des Augengrundes zur Folge haben würde. Diese betreffenden Bewegungen des Kammes sind daher nur scheinbare *(mouvements apparents)*.

Die anderen Bewegungen, welche wirklich den Kamm betreffen, nennt Beauregard übertragene *(mouvements transmis)*. Diese Bewegungen sind allerdings ruckweise,

wie Fieuzal und Paul Bert beobachtet hatten, werden aber überhaupt nicht vom Kamme selbständig, geschweige denn willkürlich ausgeführt. Sie fallen immer mit dem Vorziehen der Nickhaut zusammen, und beruhten auf einer indirekten Wirkung der beiden die Bewegung dieser vermittelnden Muskeln *(quadratus* und *pyramidalis)*. Wenn diese nämlich sich von Zeit zu Zeit und in rascher Folge zusammenziehen, um die Nickhaut vorzuziehen, so üben sie dabei von hinten auf den Bulbus, an welchem sie breit entspringen, einen nach vorn sich fortpflanzenden Druck aus, der sich durch die Aderhaut und den Glaskörper auf den Kamm überträgt und seine Stellung und Gestalt im Augeninnern entsprechend ruckweise verändert. Beauregard schreibt diesen Zuckungen des Kammes keine physiologische Tragweite zu.

Zur Abblendung zu vieler und zu greller Strahlen würde die Nickhaut allein schon genügen und sie wird auch in der That in diesem Sinne verwendet. Eine Henne entfernt im direkten Sonnenschein nur zögernd und langsam die Nickhaut vom Auge, während unter normalen Verhältnissen dieser Vorgang sich blitzschnell vollzieht, bringt sie aber um so schneller wieder davor. Wird das Auge einer Henne durch eine künstliche Lichtquelle sehr intensiv beleuchtet, etwa durch die von einem Augenspiegel reflektierten Sonnenstrahlen, so zieht der Vogel die Nickhaut bleibend vor, ja schliesst nach geraumer Zeit auch noch die Augenlider.

Nach Beauregard dient der Kamm wahrscheinlich weiter noch dazu, die Lichtstrahlen, welche sich sonst in den sehr umfangreichen Vogelaugen zerstreuen würden, mehr

in einer der beiden Hälften, in welche derselbe das Auge innerlich zerlegt, zu sammeln, dabei aber beim Fixieren, was die Vögel stets mit einem Auge und schräg gehaltenem Kopfe thun, die von obenher kommenden Strahlen vom unteren Teil der Retina abzuhalten. Der Kamm korrigiert zugleich dabei den Mangel, welchen die Vögel dadurch erleiden, dass ihr Sehen mit zwei Augen von wenig Belang ist. Die Eulen, welche weit mehr binokulär sehen, als andere Vögel, der Stellung ihrer Augen halber, bedürfen daher auch nur eines kleinen Kammes und die Augen des *Apteryx*, in denen bei ihrem geringen Umfange sich das Licht nur sehr wenig zerstreuen kann, gar keinen. Daneben giebt Beauregard unbedingt zu, dass der Kamm auch die Ernährung des Auges wenigstens zum Teil vermitteln werde.

Zufolge der grossen Flächenausdehnung und der starken Wölbung der durchsichtigen Hornhaut ist die vordere Augenkammer der Vögel besonders gross und die in ihr enthaltene wässerige Feuchtigkeit *(humor aqueus)* besonders reichlich entwickelt. Bei grösseren Raubvögeln (Adlern) ist die vordere Fläche der Linse von der hinteren der Hornhaut 7—8 mm weit entfernt. Das ist absolut mehr als beim grössten Säugetier.

Die Linse des Vogelauges ist, im bekannten Gegensatz zu den Wölbungsverhältnissen der Hornhaut, ziemlich flach, nur bei den Nachtraubvögeln und Wasservögeln erscheint sie stark konvex, und beim Strauss ist sie stark abgeflacht. Sie ist am vordersten Teil der Aderhaut *(Choroidea)* aufgehängt und tritt nicht wie bei den Säugetieren mit einem Zinn'schen Gürtel oder mit der Glashaut *(Hyaloidea)* des Glaskörpers in Verbindung.

Ein besonderes Interesse beansprucht die Regenbogenhaut *(Iris)* der Vögel, die fast immer nur eine kreisförmige, nie wie bei manchen Reptilien und Säugetieren spalt- oder schlitzartige Öffnung (die Pupille) umgiebt. Die Farbe der Iris ist ausserordentlich verschieden nach den Vogelarten, auch bei nahe verwandten, nach dem Alter, dem Geschlecht und dem engeren Vaterlande. Was einheimische Vögel betrifft, so ist sie schwarz bei der Amsel, dem Rotschwänzchen, der Elster u. s. w., weiss bei der Dohle und dem Grünspecht im ausgebildeten Zustande, blutrot beim Grauspecht, gelblichweiss beim Schwarzspecht, beim Eichelhäher blau, beim Austernfischer, Löffelreiher, gehaubten Steissfuss karmoisinrot, beim Ohrensteissfuss aber zinnoberrot und beim Kormoran schön dunkelgrün. Die meisten Raubvögel haben eine gelbe, in der Jugend (Hühnerhabicht, gemeiner Bussard) braune Iris, und soll die gelbe Farbe, wenigstens bei den Eulen, auf der Gegenwart von grossen Tropfen eines flüssigen Fettes beruhen. Der amerikanische Truthahngeier *(Cathartes aura)* hat im erwachsenen Zustande in Brasilien eine hochrote Regenbogenhaut, welche bei den nordamerikanischen Individuen zeitlebens braun bleibt. Der gemeine Kakadu *(Cacadua sulphurea)* hat im ostasiatischen Archipel zwei Verbreitungskreise, nämlich Celebes und Butong im Norden und Flores, Timor, Sumbawa und Lombok im Süden: bei den nördlichen Individuen ist die Regenbogenhaut immer blutrot, bei den südlichen braun, weitere Unterschiede sind an den Tieren aber nicht zu finden. Einige Male habe ich bei scheckigen Haushühnern eine ungleiche Färbung der Iris der rechten und linken Seite bemerkt.

Der Unterschied in der Farbe war aber niemals so auffallend, wie man ihn gelegentlich bei Pferdeschecken oder häufiger noch bei sogenannten Tigerhunden antrifft.

Man hat wohl die Meinung ausgesprochen, die Farbe der Iris richte sich nach der Intensität des Lichtes der Umgebung: je grösser diese sei, um so heller erscheine jene. Für einige Fälle mag ja das zutreffen, aber diese Ansicht erklärt nicht die helle Farbe der Iris der Eulenaugen und ebensowenig die Thatsache, dass der Grünspecht eine weisse, der Grauspecht eine dunkelrote hat. Ich glaube, die geschlechtliche Zuchtwahl hat die Farben der Vogeliris wenigstens teilweise mit beeinflusst. Öfters ist die Iris nicht gleichmässig gefärbt; so kann ihre Aussenzone zinnoberrot, die mittlere orange und die innerste goldig sein, aber ohne scharfe Begrenzung und in einander übergehend. Das sieht man namentlich schon bei den verschiedenen Amazonenpapageien, welche sich überhaupt zum Studium der Regenbogenhaut am lebenden Vogel vorzüglich eignen, viel besser als die Eulen, bei denen dieselbe viel starrer ist. Jede Gemütsbewegung findet im Spiel der Iris des Papageienauges ihren Ausdruck: Ärger, Zorn, Angst, Furcht, Schreck, Überraschung, Aufmerksamkeit, Neugierde sind mit Oscillationen der Iris verbunden (vergl. Aug. Krohe, A. f. A. u. Ph. 1837, pag. 357). Ich hatte einmal einen Amazonenpapagei, der ein vollendeter Heuchler war und dem man niemals weniger trauen durfte, als wenn er sich recht entgegenkommend benahm. Seine falschen Blicke aber verrieten seine Heimtücke und niederträchtige Beisslust. Will ein Vogel einen nahe befindlichen Gegenstand fixieren, so

verengt er seine Pupille und umgekehrt, und da seine Aufmerksamkeit ununterbrochen und in rascher Folge von allem nur Möglichen in Anspruch genommen wird, so wechseln Verengung und Erweiterung fortwährend mit einander ab, was auch wieder die Farbe der Iris modifiziert, die bei breiter Ausspannung (verengerter Pupille) heller, bei Zusammenziehung (erweiterter Pupille) dunkler wird, bei vielen Vögeln ein interessanter und anziehender Anblick.

Die Bewegungen der Regenbogenhaut beruhen auf einem System von Muskelfasern, die in entgegengesetzten Richtungen verlaufen und antagonistisch wirken.

Diese beiden Antagonisten sind der Verenger der Pupille *(Sphincter pupillae)* und ihr Erweiterer *(Dilatator pupillae)*. Die Fasern des ersten verlaufen parallel zum Aussen- und Innenrand der Iris, doch vermochte Caufield*) bei den verschiedenen Eulen (Uhu, Prairiekauz, gewöhnliches Käuzchen) keine zu finden. Sie sind auch nicht in der ganzen Iris gleichmässig verbreitet, sondern häufen sich in der Regel an zwei Stellen an, sodass sie kleine Buckel hervorrufen, welche in die vordere Augenkammer vorspringen (besonders deutlich beim Pinguin, Hokko und Schapu, *Cassicus)*. Die Fasern des Verengerers der Pupille liegen nicht in Bündeln, sondern lose neben einander und sind öfters verästelt. Bei künstlich starker Beleuchtung mittels des Augenspiegels beobachtete Beauregard, dass ein Waldkauz seine Pupille bis auf eine stecknadelknopfgrosse Öffnung verengerte.

---

*) „Über den Bau der Vogeliris", Berlin. Dissertation 1886.

Der Erweiterer der Pupille verläuft mit radiären Fasern vom äusseren zum inneren Rand der Regenbogenhaut und ist durchschnittlich geringer als der Verengerer entwickelt, bei vielen Vögeln (Pinguin, Ente, Madenhacker) besteht er nur aus wenigen Fasern und bei einer weissen Haustaube war er überhaupt nicht aufzufinden (Caufield).

Innerviert werden beide Muskeln von Fasern des gemeinschaftlichen Augenmuskelnervs *(Nervus oculomutorius)*, welcher in Gemeinschaft mit Fasern des sympathischen und dreiteiligen Nerves *(Nervus sympathicus* und *trigeminus)* als sogenannter Ciliarnerv den hinteren Grund des Vogelauges durchbohrt und zwischen der Aderhaut und der harten Haut emporsteigt, die erstere teilweise selbst, sowie den Ciliarmuskel versorgt, endlich sich in der Muskulatur der Iris verliert. Hier sollen die Fasern des sympathischen Nerves den Erweiterer, die des dreiteiligen den Verengerer der Pupille innervieren, doch waren nach experimentellen Untersuchungen von Ingorow die Bewegungen der Muskulatur der Iris und der Nickhaut unabhängig vom sympathischen Nerv.

Der Bau der eigentlichen Sehhaut, der Retina, ist, wie wir besonders durch die trefflichen Untersuchungen Max Schultzes wissen, ein höchst eigentümlicher. Wir unterscheiden auch hier Zapfen und Stäbchen, von denen die ersteren sehr bedeutend präponderieren; der stark lichtbrechende Aussenabschnitt ist bei den Stäbchen gleich dick, cylindrisch und sehr stark glänzend, bei den Zäpfchen, die äusserst vergängliche, höchst schwierig zu untersuchende Objekte sind, ist er nach vorn konisch zugespitzt und von nur geringem Glanze. Sehr charakteristisch für die Zäpf-

chen ist eine in ihnen eingelagerte Kugel von meist gelber oder roter Farbe; dieselbe liegt unterhalb der Spitze des Zäpfchenkegels vor der Mitte und füllt den Raum hier ganz aus, so dass kein Lichtstrahl in den weitern Abschnitt des Zäpfchens dringen kann, ohne die Kugel passiert zu haben. Nur wenige von diesen Kugeln sind farblos, die meisten sind gelb bis orange und zwischen ihnen stehen regelmässig verteilt tiefrubinrote. Bei den Tauben findet sich hinter den roten Kugeln noch ein diffuses rotes Pigment. Die flach ausgebreitete Vogel-Retina liefert demzufolge ein sehr merkwürdiges und überraschendes Bild: so wird beim Huhn der grösste Raum derselben durch gelbe Kugeln im Durchmesser von 0,003 — 0,005 mm eingenommen, dazwischen stehen dann einzeln aber regelmässig rote Flecke (die roten Kugeln) und weisse mehr oder weniger glänzende in grosser Zahl, die optischen Querschnitte von Stäbchen und Zäpfchen ohne farbige Kugeln. Wir haben also an percipierenden Nervenelementen viererlei, nämlich Stäbchen und gelbe, rote und farblose Zäpfchen. Die Hauptsehstellen, die sogenannten centralen Gruben, sind bei den verschiedenen Vögeln verschiedentlich entwickelt, so hat der Bussard in jedem Auge deren zwei, in denen sich keine Stäbchen, sondern nur Zäpfchen finden mit gelben Kugeln von geringerem Durchmesser als im übrigen Auge und von sehr regelmässiger Anordnung. Die Krähen hingegen haben in jedem Auge nur eine Sehgrube, in der die Stäbchen und die Zäpfchen mit roten Kugeln nicht vollkommen zurücktreten. Das Zahlenverhältnis, in dem Stäbchen und Zäpfchen auftreten, ist nun nicht überall dasselbe; in der Regel überwiegen

die Zäpfchen, bei den Eulen indessen ist es umgekehrt, und finden sich hier ungefähr so viel Stäbchen, wie sich bei Tagvögeln Zäpfchen finden. Auch sind hier die Stäbchen sehr in die Länge gezogen, während die Zäpfchen nur kurz sind, die roten Pigmentkugeln fehlen vollkommen, auch die gelben sind wenig zahlreich und nach dem Rande der Retina hin zu farblosen Kügelchen abgeblasst. Wenn wir sehen, dass bei den nächtlichen Säugetieren die Zäpfchen vollkommen fehlen, so können wir ihre Rückbildung bei den Eulen wohl auch auf die nächtliche Lebensweise dieser Tiere zurückführen. Was nun die Bedeutung dieser Kugeln überhaupt betrifft, so ist uns dieselbe zunächst noch ein Rätsel, wir können nur konstatieren, dass sie gewisse Strahlen des weissen Lichtes absorbieren werden, so die Gruppe der gelben in ihrer verschiedenen Nuancierung die violetten und blauen, die weniger zahlreichen roten werden die roten Strahlen durchlassen und nur die farblosen alle Strahlen. Bei den Tagvögeln überwiegt, wie hervorgehoben, die Zahl der Zäpfchen die der Stäbchen bedeutend, und wir können schliessen, was zu gleicher Zeit durch die weitverbreitete Pracht des Gefieders bei diesen Tieren bestätigt wird, dass sie demzufolge einen hochentwickelten Farbensinn haben. Wenn sie bei den Eulen den Stäbchen gegenüber in so hohem Grade zurücktreten und ihre Pigmentkugeln, wenigstens die roten, vollkommen verschwinden, so erklärt sich dies daraus, dass es in der Dämmerung keine Farben giebt, und zur Unterscheidung der Helligkeitsgrade und zum Erkennen der Formen werden die Stäbchen genügen. Aber es ist fraglich, ob das bei allen Eulen der Fall ist. Audubon hat die Beobachtung

gemacht, dass alle Eulen des südlichen und mittleren Nordamerikas bei Tage und in mondhellen Nächten eine weit schwächere Sehkraft hatten, als die, welche höher nördlich gelegene Länder konstant bewohnten; während er sich in südlicheren Gegenden der grossen Ohreule *(Strix virginiana)* bei blendendem Schnee leicht nähern konnte, gelang ihm dies nie bei den nördlichen Formen, wie bei der gabelschwänzigen, der Schnee- und Habichtseule. Der hohe Norden mit seinem langen Sommertag kann keine Nachttiere züchten, aber auch kaum reine Tagtiere, die Schneehühner werden wohl auch Dämmerungstiere sein. Jedenfalls werden sich die Augen der nördlichen Eulen im Bau und in der Leistung anders verhalten als die der südlichen Formen.

IV.

Haut und Hautgebilde.

Die Haut der Vögel ist mit Ausnahme des Schnabels und der Fussbekleidung dünn, die Lederhaut tritt sehr zurück, die Entwicklung der Haut konzentriert sich mehr auf die Oberhaut, auf die Epidermis bezw. auf deren Anhangsgebilde, die Federn. Die unteren Epidermisschichten *(Rete Malpighi)* liegen mit Ausnahme der Stellen, wo Tastkörperchen auftreten, der Kutis glatt auf und diese entwickelt keine Papillen. Die Kutis ist der Sitz etwaiger Pigmente, welche in ihrer Oberfläche in einzelnen Zellen verteilt liegen, in tieferen Lagen aber zu grösseren Massen zusammentreten *). Auffallend dünn ist die Haut der Trogons. Meist ist die Haut nur schwach pigmentiert, in der Regel entsprechend der Hauptfärbung der Federn, wie man das an verschiedenfarbig und verschieden intensiv gefärbtem gerupftem Hausgeflügel, Tauben etwa, am besten

*) Amory Jeffries, in Proceed. of Boston Soc. of Nat. hist. 1883, pag. 204.

studieren kann. Bisweilen aber weicht die Farbe der Haut von der des Gefieders ab. So ist sie z. B. bei der männlichen Trappe rosa, wie es allerdings hier auch die Dunen in frischem Zustande sind. Es giebt domestizierte Hühnerrassen mit schwarzer Haut, bei denen aber unter Umständen das Gefieder dabei hellfarbig sein kann. Solche Hühner sind die Seidenhühner und sogenannten schwarzen Hühner; bei letzteren sind es aber bloss die Hennen. (Vergl. Darwin, Das Variieren der Tiere und Pflanzen etc. Deutsch von Carus. 1873, Bd. I, pag. 257.) Bei jungen, nackten, flaumlosen Nesthockern ist die Haut in der Regel auch und oft um ein bedeutendes dunkler als bei den alten vollbefiederten Individuen. Nach Bernstein sind die Nestjungen einer indischen Kuckucksart *(Centropus affinis,* Horsf.) ganz schwarz zufolge eines Pigments, das bei dem erwachsenen Vogel auf die Oberfläche der Bügeldrüse, die überhaupt öfters dunkler als die übrige Haut gefärbt erscheint, beschränkt ist. Ich habe eine junge, noch unbefiederte Krontaube *(Goura coronata)* in Alkohol vor mir, die tiefschwarzviolett wie Tinte ist, während die Haut der alten hellbleigrau erscheint. Vielleicht tritt bei der Entwicklung der Federn Pigment aus der Haut in diese über oder die dunklere Färbung junger Vögel ist auf Wärmeschutz zurückzuführen. Sie werden dadurch stärker eurytherm. Auch an anderen nackten Stellen als an Schnabel und Beinen erscheint die Haut öfters etwas verdickt, ja sie kann hier unter Umständen eine bedeutende Entwicklung erreichen und dabei weich bleiben. Solche, meist zugleich lebhaft gefärbte Stellen treten am Kopf und Hals besonders der männlichen Individuen der Hühner-

vögel, aber auch sonst auf. So ist bei *Gymnocephalus calvus,* Geoff. die Stirn von einer nackten, dunkelgrauen Haut bedeckt, in der Jugend soll sie aber befiedert sein. Vaillant vermutete daher, dass die Federn abgestossen würden, indem der Vogel nach Würmern in die Erde bohre. Es hat sich diese Vermutung nicht bestätigt, obwohl die Kahlheit im Umkreis der Schnabelwurzel der Saatkrähe in der That so zustande kommt. Bei den männlichen Kampfläufern *(Machetes pugnax)* entwickeln sich während der Paarungszeit im Gesicht gelbe Wärzchen, welche nach Ablauf derselben wieder verschwinden; sie bilden eine nur zeitweilige Fechtmaske. Auch der Umkreis des Auges ist häufig nackt und lebhaft gefärbt, und noch öfter zieht sich eine kahle Stelle zügelartig von der Schnabelwurzel zum Auge. Es ist möglich, dass hierdurch das Sehen in der Richtung nach vorn erleichtert wird. Meist aber werden alle jene Kämme, Lappen, kurz die kahlen Stellen das Resultat geschlechtlicher Zuchtwahl sein, eine Ansicht, der die Gegenwart derselben auch im weiblichen Geschlecht durchaus nicht widerspricht. Der merkwürdige Huia *(Heterolache Gouldii,* Cab.) hat in beiden Geschlechtern an jedem Mundwinkel einen nackten dottergelben Hautlappen; dasselbe ist auch mit einem australischen Kiebitz *(Lobivanellus lobatus,* Strickl.) der Fall und ein ähnlicher, aber noch grösserer Schmuck von gleicher Farbe liegt an jeder Schläfe des ostindischen Minos *(Gracula religiosa,* Linné). Der seltsame Kamichi *(Palamedea cornuta,* Linné) hat mitten auf der Stirn ein weiches, nach vorn gerichtetes Horn von 10 bis 15 cm Länge. Sehr merkwürdig scheinen in mancher Beziehung die kahlen Anhänge

des Kopfes bei den tropisch-amerikanischen Glockenvögeln *(Chasmorhynchus,* Temm.) zu sein: bei der einen Art *(nudicollis,* Temm.) ist ein Kreis um jedes Auge, und ein von diesem zum Schnabelwinkel verlaufender Zügel ebenso wie die Kehle nackt und von lebhaft hellgrüner Farbe. Bei einer andern Form *(niveus,* Swains.) liegt auf der Stirn ein einfacher, schwarzer, hin und wieder mit kleinen Federchen besetzter Fortsatz, der bald aufrecht steht, bald schlaff herabhängt. Worauf dieser Vorgang eigentlich beruht, ist meines Wissens noch nicht bekannt; es wäre möglich, dass der Karunkel erektil durch Blutzudrang, ähnlich wie die Lappen der Truthähne wäre oder, da er als hohl beschrieben wird, dass sein Lumen irgendwie mit den Atmungswerkzeugen, sei es mit der Nasenhöhle oder mit den subkutanen Luftsäcken, in Verbindung stände. Dass bei dem Aufrichten und Senken dieses Anhangs Muskeln thätig sein sollten, wie Brehm (im „Tierleben") anzunehmen scheint, dürfte wenig wahrscheinlich sein. Eine dritte Art, der Avaponga *(variegatus,* Temm.) hat eine nackte schwarze Kehlhaut, von der eine Menge wurmförmiger Klunkern herabhängen. Eine vierte endlich, der Hämmerling *(tricarunculatus)* ist hinsichtlich dieser Anhangsbildungen die seltsamste von allen, indem sie auf der Stirn und an jedem Mundwinkel einen schlanken, nackten schwarzen und hohlen Hautfortsatz von 7 cm Länge hat. Es wird vermutet, dass diese Anhänge, wie bei *Ch. niveus,* mit der enorm entwickelten Stimme dieser Tiere in irgend welchem Zusammenhange stehen. Den bei den Glockenvögeln überhaupt von den ausgewachsenen Männchen sehr abweichenden Weibchen und den diesen

gleichenden jungen Männchen fehlen diese wunderlichen Bildungen.

Bei den männlichen Individuen eines seltsamen Paradiesvogels *(Schlegelia calva,* Bernst.) ist der Oberkopf von der Stirn bis zum Hinterhaupt kahl und lebhaft kobaltblau, aber mit einer Reihe feiner samtschwarzer Federstreifen, von denen einer median von vorn nach hinten und zwei von rechts nach links über die Glatze weglaufen und dieselbe in 6 kahle Abteilungen zerlegen. *Dasyptilus Pecquetii,* ein sehr merkwürdiger Papagei von Neuguinea, hat einen fast kahlen und mit wenigen borstenartigen Federn besetzten Kopf.

Am weitesten verbreitet sind, wie schon bemerkt, derartige unbefiederte Auszeichnungen am Kopf der Hühnervögel. Bei den Waldhühnern *(Tetraoninae)* liegt über jedem Auge ein nackter, roter Wulst, der während der Begattungszeit anschwillt und einen eigenen Farbstoff, das Zoonerythrin oder Tetronerythrin, enthält, der sich in Alkohol, Äther, Chloroform und Schwefelkohlenstoff löst, am Lichte verschiesst, ja, nach Krukenberg beim lebenden oder frisch getöteten Vogel abwischbar sein soll. In der Gattung *Gallus* haben die Männchen in stärkerem, die Weibchen in schwächerem Grade nackte, rote Fleischwulste (Kämme) auf dem Kopf, eine ebensolche warzige Haut um die Augen und am Hals entsprechende Lappen. Alle diese Anhangsgebilde erleiden bei Haushühnern die mannigfachsten Modifikationen. Bis zu einem gewissen Grade sind diese Hautpartien erektil, was sie indessen beim Truthahn in noch höherem sind. Bei diesem Vogel ist bekanntlich der Kopf und ein Teil des Halses von

einer warzigen faltigen blauen Haut bedeckt. Diese Haut vergrössert sich am vorderen Teil des Halses zu grösseren Falten und roten Karunkeln, und auf dem Schädel, unmittelbar hinter der Schnabelwurzel, zu einem kegelförmigen Zapfen. Bei geschlechtlicher Erregung schwillt die Haut und besonders der Stirnzapfen an, ohne aber eigentlich steif zu werden. Diese Organe haben nach Ingorow ein oberflächlich liegendes Gefässnetz mit kompliziertem aber unregelmässigem Verlaufe und stellenweise auftretenden Erweiterungen. Es finden sich weiter ausser elastischem Bindegewebe auch noch glatte Muskelfasern. Durch Einfluss des *Nervus sympathicus* tritt bei geschlechtlicher Erregung in den Stirnzapfen Verengung der Venen ein, sodass (durch die Arterien) zwar noch Blut eintreten, aber keins abfliessen kann. Dasselbe staut sich in dem Zapfen und derselbe vergrössert sich, da die ihn zusammensetzenden Elemente elastisch sind.

In der Gattung *Ceriornis* (Satyrhuhn) liegt bei dem Männchen hinter jedem Auge ein kegelförmiger, federloser, hornartiger Fortsatz, das Gesicht ist gleichfalls nackt und an der Kehle findet sich eine nackte Haut nebst zwei Klunkern. Beim Hahn von *C. satyra* sind alle diese Teile bis auf die roten Seitenklunkern himmelblau mit roten und orangenen Abzeichen. Die blaue Farbe beruht auf der Gegenwart einer Pigmentschicht und freier Pigmentkörner in der Haut. Beim Balzen entfaltet der Hahn die blaue Kehlhaut, bläht sie etwas auf und seine Hörner heben sich. Dies letztere geschieht aber nicht durch Blutzufuhr, die Hörner haben vielmehr einen schwarzen, soliden, aber sehr leichten Kern von Kegelform, aus der

faserigem, sehr pigmentreichem Bindegewebe besteht. Die Aufrichtung vollzieht sich willkürlich durch von der Stirn herkommende Muskelfasern. Anders ist es bei dem Anschwellen der Seitenklunkern, die im wesentlichen aus

Ceriornis satyra.

a Aufgeschnittenes Stirnhorn mit dem kegelförmigen Kerne — *b* Seitenklunker mit zahlreichen Gefässen. (Nach Murie.)

elastischem, mit glatten Muskelelementen vermischtem Bindegewebe bestehen und von einem kavernösen Gefässnetz durchzogen sind. Hier stellt sich bei Erregung Stauung des Blutes ein, die mit rasch wechselnder Stärke beim Balzen eintritt, sodass die Klunkern in kurzen Pausen stärker erröten und wieder erbleichen*). Auch andere

*) Murie, J., in Proceed. Zoolog. Soc. London 1872, pag. 732.

Fasanenformen, dann die Hokkos, Buschhühner *(Talegallus)*, Wallnister *(Megapodius)* u. s. w. haben ähnliche Hautdifferenzierungen an Kopf und Hals, desgleichen die Casuare. Auch giebt es Stelzvögel *(Balearica)*, Enten *(Bigura)*, Gänse *(Sarkidiornis)*, Nashornvögel*), Tauben u. s. w. mit analogen Bildungen und kahlen Stellen, welche in diesen Fällen wohl immer direkt auf geschlechtliche Zuchtwahl zurückzuführen sein dürften, wenn sie nicht etwa, wie vielleicht bei dem erwähnten *Lobivanellus*, eine Art Schutzwaffe gegen Bisse der sich verteidigenden Beutetiere bilden.

Anders liegt die Sache bei anderen Vögeln mit nacktem Kopf und Halse, die eine zweite, aus verschiedenartigen Elementen zusammengesetzte Gruppe bilden. Hierher gehören die Geier und die Marabus, sowie ein seltsamer westafrikanischer Rabe *(Picathartes gymnocephalus)*, vielleicht auch die Ibisse. Es handelt sich um Aasfresser, für welche bei ihrer Art Nahrungserwerb ein unbefiederter Kopf und Hals nur vorteilhaft sein konnte. Man könnte annehmen, dass die Kahlheit dieser Teile bei den in Rede stehenden Formen auf einen ursprünglich krankhaften Vorgang zurückzuführen sei: infolge der Beschmutzung des Hals- und Kopfgefieders mit putrescierenden verjauchten Substanzen traten anhaltende Entzündungen, stellenweise Vereiterungen ein, die Federn fielen aus, wurden zum Vorteil vermisst und nach und nach stellte sich Kahlheit als konstanter

*) Ich nehme an, dass die nackte Kehle mancher Nashornvögel auf geschlechtliche Zuchtwahl zurückzuführen ist und zwar deshalb, weil sie gelegentlich nach den Geschlechtern verschieden gefärbt ist, z. B. beim Männchen von *Buceros plicatus* blau, beim Weibchen hellgelb.

Charakter ein. In dieser Beziehung ist eine Notiz von Vierthaler (vergl. Naumannia 1852, pag. 33) von hohem Interesse. Er fand auf dem nackten, nur von einzelnen Federn bestandenen Kopf des Marabus immer einen dicken braunen Grind, unter dem ein gutartiges eiterndes Geschwür war. Ich glaube, man hat überhaupt derartigen ursprünglich pathologischen Vorgängen noch nicht Rechnung genug getragen, bezüglich der Entstehung der Arten. Es handelt sich doch auch hierbei um erworbene Eigenschaften, und wenn dieselben auch nicht durch eigentliche Anpassung erworben wurden, so sind sie doch ganz gewiss ebenso gut vererbbar, wie diese oder wie die pathologischen Beine der Dachshunde und Schnauzen der Bullenbeisser. Charakteristisch ist, dass Afrika das Hauptvaterland der kahlhalsigen und kahlköpfigen Vögel ist, — aber es ist auch das Vaterland der grossen Säugetiere, daher des Aases und der Aasfresser überhaupt. Die Ibisse will ich nicht als solche denunzieren, die fressen neben kleinen Reptilien hauptsächlich Insekten, besonders Käfer, wo aber ein Aas ist, da sammeln sich nicht bloss Geier (Krähen übersetzt Luther), sondern auch die Aaskäfer und ebenda stellen sich zahlreiche Maden ein. Wenn der Ibis diese Leckerbissen aus dem Aase herausklaubt, ist er aber in derselben Lage, wie ein aasfressender Marabu oder Raubvogel, er wird sich ebenso verunreinigen wie diese.

Merkwürdig ist auch der Mangel grösserer Federn an Hals und Kopf der afrikanischen Strausse, die bloss mit gering entwickeltem Dunengefieder besetzt sind. Die Dürftigkeit in der Entwickelung der Epithelialgebilde an diesen Stellen kann weder auf die Art des Nahrungs-

erwerbes, noch auf geschlechtliche Zuchtwahl zurückgeführt werden. Aber das ganze Gefieder der Strausse ist wenig stark entfaltet, auch an ihren Schenkeln finden sich nackte zarthäutige Stellen, in denen Pagenstecher*) eine Art von Brutflecken (s. weiter unten) sehen möchte, welche beim nächtlichen Brutgeschäft den Eiern reichlichere Wärme übertragen. Was die Kahlheit oder doch schwache Befiederung von Hals und Kopf der Strausse angeht, so ist sie vielleicht auf die sand- und staubreichen Aufenthaltsorte dieser Tiere zurückzuführen. Die Federn des Rumpfes sind sehr gross und stehen weitläufig angeordnet, zu ihnen kann der Vogel mit seinem Schnabel gelangen, auch sind sie durch Schütteln leicht gereinigt. An das notwendigerweise kleinere Gefieder des Halses und Kopfes kann der Vogel aber mit seinem Schnabel nicht reichen, die Gegenwart desselben war auch unter den Verhältnissen, in denen Strausse leben, nicht notwendig und so konnte es in Wegfall kommen.

Gelegentlich werden kahle, buntbehäutete Zierate des Kopfes durch Knochengebilde gestützt, so bei Perlhühnern, beim Hammerhuhn *(Megacephalon maleo)* u. a. m. Häufiger geschieht das mit Anhangsgebilden des Schnabels und werden wir hierauf gleich zu reden kommen.

Eine eigentümliche Modifikation erlangen bei manchen Vögeln gewisse Hautstellen während des Brütens, es entstehen sogen. Brutflecke. Dieselben liegen an der Unterseite des Rumpfes, am Bauch, entweder nur beim Weibchen oder bei beiden Geschlechtern, je nachdem, ob auch die Männchen sich am Brutgeschäft beteiligen oder

*) In „Allgemeine Zoolog.", Teil IV, pag. 786.

nicht. Bei den Wassertretern *(Phalaropus)* und Rallenschnepfen *(Rhynchaea)* finden sie sich nur bei den Männchen, die denn auch allein brüten. Sie treten als eine einzelne kahle Stelle auf oder es sind ihrer zwei, und sie sind von Haus aus als auf einem mehr oder weniger krankhaften Prozess beruhend zu betrachten. Es lässt sich denken, dass durch anhaltenden Druck seitens harter Gegenstände (der Eier) auf die Haut des Bauches ein Reiz ausgeübt wird, der schliesslich zu einer Art von Entzündung der gedrückten Stellen führt. Bei dieser Entzündung wird die Blutzufuhr nach der betreffenden Hautstelle gesteigert, die Federn werden demzufolge zum Teil von selbst ausfallen, zum Teil wird sie aber auch der Vogel, veranlasst durch das die Entzündung begleitende juckende Gefühl, sich selbst ausreissen. Beides zum Vorteil der sich entwickelnden Eier. Die ausgerupften Federn helfen das Nest mit auspolstern, die gesteigerte Temperatur der entzündeten Stellen kann beim Brutprozess für den Einhalt nur vorteilhaft sein. Bei in Einzelhaft gehaltenen Vögeln treten zur Fortpflanzungszeit die Brutflecke nicht auf, es muss daher die Ursache ihrer Gegenwart in einer jeweiligen äusseren sekundären Ursache zu suchen sein, die mit der geschlechtlichen Erregung als solcher nicht zusammenfällt. Gefangen gehaltene weibliche Singvögel überkommt zur Zeit des Brutgeschäfts wohl der Instinkt des Nestbauens, und die männlichen zeigen durchaus das Bedürfnis nach Begattung, das sind tiefer liegende ältere Erscheinungen, aber die Federn fallen ihnen an den Stellen der Brutflecke nicht aus, dazu gehört eine äussere Veranlassung. —

An den vom Gefieder nicht bekleideten Kiefern und Füssen erleidet die Hautbedeckung mannigfache Modifikationen. Hier tritt sie in unmittelbare Beziehung zur Aussenwelt, diese Teile sind äusseren Einflüssen direkt mehr ausgesetzt, die Haut muss sich als Schutzmittel und Hilfsorgan hier stärker entwickeln.

Der Schnabel der meisten Vögel ist im wesentlichen eine Verdickung der Oberhaut, während die Lederhaut in ihm sehr zurücktritt, nur bei sog. weichhäutigen Schnäbeln (der Entvögel z. B.) ist das Umgekehrte der Fall.

Fast immer findet sich in den Gewebselementen des Vogelschnabels ein diffuses Pigment, und Leydig hat nachgewiesen, dass dasselbe auch hier eine gewisse Neigung habe, sich in der Schleimschicht der Oberhaut abzuscheiden. Häufig sind (z. B. im Schnabel der Gans) die oberen Schichten farblos und nur in den tieferen findet sich das gelbkörnige mit Fett verbundene Pigment.

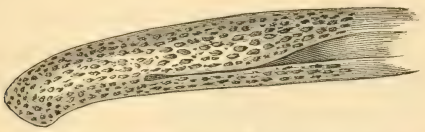
Oft sind die Schnäbel lebhaft gefärbt, besonders rot und orange, und ist eine gewisse Correlation der Farbe des Schnabels mit derjenigen der hinteren Gliedmassen unverkennbar. Meist ist nur eine Farbe vorhanden, die von der Spitze zur Wurzel oder umgekehrt an Intensität abnehmen kann, oder wenn verschiedene Farben (selten mehr als zwei) vorkommen, so gehen dieselben allmählich in einander über. Eine Ausnahme ist es, wenn Farben am Schnabel schroff und ohne Übergang neben einander stehen; so findet es sich bei einer Reihe von Koccygomorphen, namentlich bei einer Anzahl von Pfefferfressern, aber auch bei einzelnen anderen Vögeln, z. B. beim schwarzen Schwan *(Cygnus atratus)*, an dessen rotem Schnabel

die Spitze und eine scharf abgeschnittene Querbinde weiss sind.

Öfters ist die Schnabelfarbe einem Wechsel unterworfen, der ein einmaliger oder ein periodisch wiederkehrender sein kann und sich der Verfärbung des Gefieders genau an die Seite setzen lässt, ja teilweise mit ihr zusammenfällt. Es kann auch die Farbe des Schnabels nach den Geschlechtern bei reifen Individuen verschieden sein: so ist sie bei der weiblichen Amsel zeitlebens und bei dem jungen Amselhahn im ersten Jahre graubraun, beim ausgewachsenen Männchen im nächsten Frühjahr aber mennigrot, die schöne Färbung ist mithin ein sekundärer Geschlechtscharakter. Einen periodisch wiederkehrenden Wechsel in der Schnabelfärbung zeigt unter anderen der gemeine Star: dieselbe ist im Frühjahr und den Sommer über goldgelb, wird aber nach dem Winter hin immer mattfarbiger, bis er schliesslich einfach grau ist.

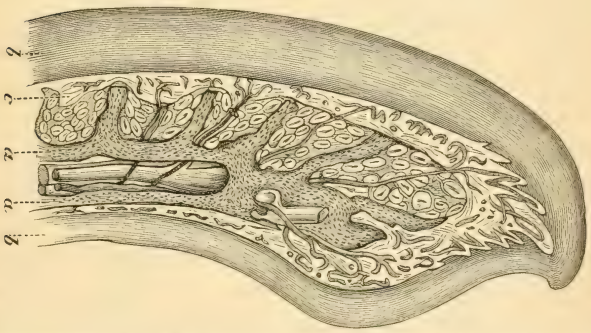
An der Schnabelwurzel findet sich bei einer Reihe von Vögeln und in manchen Ordnungen (Raubvögel, Papageien z. B.) konstant eine weiche, oft lebhaft gefärbte und nervenreiche Haut, die ihrer meist gelben Farbe halber „Wachshaut" *(Cera* oder *Ceroma)* genannt wird. Die Nerven des Schnabels kommen von *Nervus trigeminus* und verbreiten sich im Oberschnabel als Ästchen des *N. ethmoidalis* mit seinem oberen und unteren Ast, und im Unterschnabel als Ästchen des *Ramus maxillaris inferior.* Bei vielen Vögeln finden sich im Schnabel Tastkörperchen und meist um so mehr, je weicher derselbe ist. Schon Herbst, nach dem diese Körperchen die „Herbstschen" heissen, bemerkte, dass dieselben an der

Spitze des Ober- und Unterschnabels besonders zahlreich vorhanden wären. Neben den Herbstschen Körperchen tritt am Vogelschnabel und namentlich an seiner Innenseite noch eine andere Art von Nervenendigungen oder



Vorderende des skelettierten Schnabels der Waldschnepfe *(Scolopax rusticola)*.

Mit der Lupe vergrössert. Man sieht die wabige Oberfläche. (Nach Leydig.)



Längsdurchschnitt durch die Spitze des noch mit der Haut bekleideten Schnabels.

a Knochengerüst — *b* Schnabelepidermis (Scheide) — *c* Lederhaut mit zahlreichen Nervenendkörperchen. (Nach Leydig.)

Tastkörperchen auf, die namentlich bei Lamellirostren stark entwickelt sind, aber auch bei Insektenfressern sehr dicht stehen. Besonders reich ist auch die Wachshaut an derartigen Elementen. Am interessantesten gestalten sich die Verhältnisse am Schnabel der Schnepfe, wo sie von

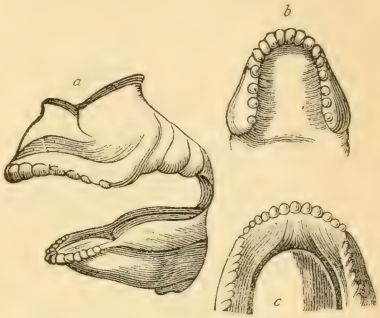
Leydig*) gründlichst untersucht worden sind. Die Spitze dieses Schnabels hat durch die Gegenwart zahlreicher kleiner seichter Grübchen ein wabenartiges Ansehen. In jedem solchen Grübchen liegen immer eine ganze Anzahl von Herbstschen Körperchen beisammen und machen den Schnabel zu einem ganz ausgezeichneten Tastorgan. Die Schnepfen suchen im weichen feuchten Boden nach Nahrung, indem sie ihre Schnäbel in denselben einbohren und, ähnlich wie ein Maulwurf durch seine nervenreiche Schnauze, die geringste Bewegung eines Wurmes als Erschütterung empfinden. „Es scheint sich ihre (d. h. der Grübchen mit den Nervenkölbchen) Leistung, bemerkt Leydig, nicht auf ein blosses Tasten zu beschränken."

Wenn es auch von vornherein zu erwarten war, dass sich auch bei Vögeln Zähne oder deren Anlage entweder im fötalen Alter, wie bei *Trionyx* unter den Schildkröten und bei den Bartenwalen, oder bei fossilen Formen gefunden werden würden, so ist der Nachweis derselben doch erst bei den letzteren gelungen. Zwar hatte schon Etienne Geoffroy St. Hilaire und nach ihm Blanchard Schnabelpapillen von jungen Papageien als echte Zähne beschrieben, es hat sich aber herausgestellt, dass bei lebenden Vogelformen echte Zähne oder auch nur Zahnanlagen nicht vorkommen. Ich glaube, man hat sie auch noch nicht bei den richtigen Formen gesucht, bei den Pinguinen nämlich. Wenn sie irgendwo erwartet werden dürfen, so ist es bei den Föten dieser merkwürdigen altertümlichen Tiere.

---

*) Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. IV, pag. 195.

Fraisse*) untersuchte einen zehn Tage alten Sperlingspapagei und junge Wellensittiche. An ersterem wurden mit blossem Auge nach Entfernung der obersten Hornschichten des Schnabels an der äussersten Spitze des Oberkiefers drei, am Unterkiefer zehn Papillen gezählt, nähere Untersuchung zeigte aber, dass ihrer eine weit grössere Anzahl vorhanden war. Diese Papillen sitzen dem Kieferknochen auf, sind von zahlreichen Blutgefässen durchzogen und von einer Substanz bedeckt, welche man beim ersten Anblick für Dentin zu halten geneigt ist. Bei aufmerksamerer Betrachtung stellt sich jedoch die zellige Struktur jener Substanz heraus, sie besteht aus umgewandelten Hornzellen. Am Unterkiefer stehen die Papillen dichter bei einander und sind am Grunde von demselben, wie es scheint, vollkommen umfasst, sodass es gewissermassen zur Bildung kleiner Alveolen kommt. Bei älteren Papageien werden die Papillen länger, sind dabei aber sehr weich und scheinen sich mit der Knochenhaut vereinigt zu haben.



Schnabel eines jungen Halsbandloris.

a Ober- und Unterschnabel — *b* Oberschnabel von unten — *c* Unterschnabel von oben. (Nach J. Geoffroy St. Hilaire.)

*) Fraisse, P., „Über Zähne bei Vögeln". Würzburg, Stahel 1880.

Ähnlich sind die Zähne der Lamellirostren, namentlich der Sägetaucher *(Mergus)*, treten aber namentlich bei letzteren frei am Schnabelrand zum Vorschein, sind sehr scharf und spitz und fungieren zeitlebens als wahre Hornzähne, und Fraisse meint, diese Kutispapillen brauchten nur an ihrem äusseren Teile zu verkalken, so sei scheinbar ein echter Zahn fertig.

„Wird dann dazu das Wachstum der Kieferränder noch intensiver, so bilden sich richtige Alveolen, und verkalkt die ohnehin schon eigentümliche Hornschicht dicht über den Papillen, so ist für den oberflächlichen Beobachter auch Dentin vorhanden.

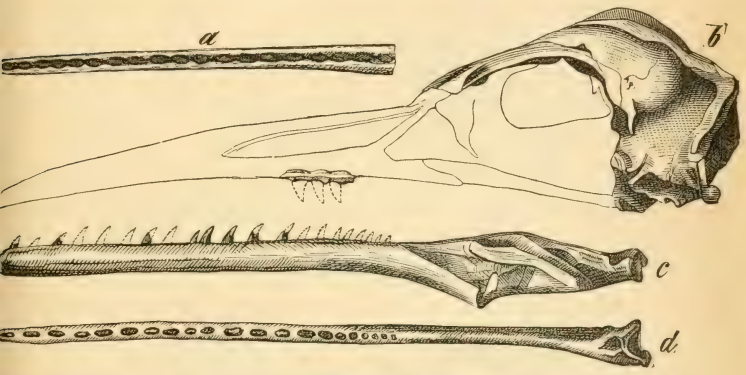
„Wird das Tier nun in diesem Zustande fossil, so scheinen richtige Zähne in seinem Kiefer zu stecken und jedermann wird ohne weiteres glauben, dass sie in derselben Weise entstanden sind, wie die echten Zähne der jetzt lebenden höheren Tiere; dennoch wären dies nur verkalkte Papillen und daher morphologisch mit den in Follikeln gebildeten Zähnen gar nicht zu vergleichen" (Fraisse).

Auch bei *Archaeopteryx* und einigen Schwimmvögeln aus der nordamerikanischen Kreide sind Zähne aufgefunden worden. Bei dem ersteren seltsamen Tiere*) stecken (jederseits) im Oberkiefer 13 Zähne, wahrscheinlich 6 von ihnen im Zwischenkiefer- und 7 im Oberkieferknochen, sie sind alle von fast gleicher Grösse (1 mm hoch und 0.5 mm breit), im basalen Teil cylindrisch, oben stark zugespitzt, mit nach hinten gerichteter scharfer Spitze, glatt und

*) Dames, W., „Über Archaeopteryx". Berlin 1884, pag. 12.

glänzend und höchst wahrscheinlich stecken sie in Alveolen. Im Unterkiefer waren nur drei, teilweise stark verletzte nachweisbar, doch waren ihrer gewiss mehr, vielleicht so viel wie im Oberkiefer, — *Archaeopteryx* würde dann ein Gebiss von 52 Zähnen gehabt haben.

Die beiden zahntragenden fossilen Schwimmvögel sind *Hesperornis regalis* und *Ichthyornis dispar*, welche Marsh in eine Subklasse *(Odontornithes)*, den ersteren in die

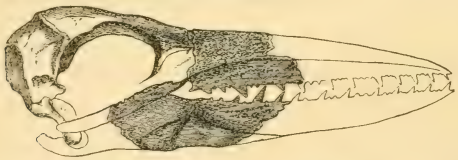


a Zahnfurche des Unterkiefers von oben, von *Hesperornis* — *b* Schädelfragmente, von *Ichthyornis* — *c* Unterkiefer von der Seite, von *Ichthyornis* — *d* von oben, von *Ichthyornis*.

Ordnung der *Odontolcae*, den zweiten in die der *Odontotormae* bringt. Bei *Hesperornis* sassen im Unterkiefer eine bedeutende Menge von kleinen spitzen, nach hinten gebogenen Zähnen mit derbem Sockel in einer kontinuierlichen Zahnfurche, oben fanden sie sich ebenso, aber nur in den eigentlichen Oberkiefern, die vereinigten Zwischenkiefer waren höchst wahrscheinlich von einer Hornscheide überzogen. Bei *Ichthyornis* und wahrscheinlich auch bei

Apatornis staken die Zähne aber in einzelnen Alveolen, anstatt in einer durchgehenden Grube, bei ersteren sind sie klein, seitlich zusammengedrückt mit nach hinten überhängender Spitze; in jedem Unterkieferast waren ihrer etwa 20, oben wahrscheinlich ebensoviel, aber nicht bloss im Ober-, sondern auch im Zwischenkiefer.

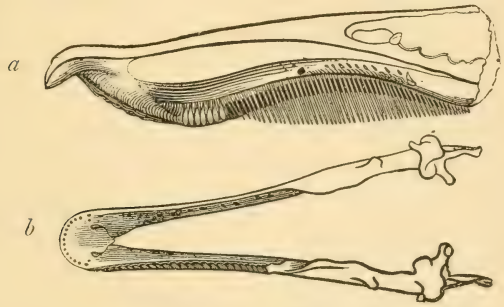
Etwas ganz anderes sind die Zähne eines anderen fossilen Vogels *(Odontopteryx toliapicus)*. Hier springt der Rand des Ober- und Unterkiefers mit knöchernen, nach vorn gerichteten, spitzen, kegelförmigen Zapfen oder Zacken vor. Dieselben sind von zweierlei Art, grössere und zahlreichere kleinere, welche ziemlich regelmässig zwischen jenen verteilt sind. Der Vogel scheint den Sägetauchern verwandt gewesen zu sein und wahrscheinlich waren die Fortsätze der Kieferknochen Kerne von Horngebilden, wie es bei alten Individuen von Sägetauchern auch der Fall ist.



Schädel von *Odontopteryx toliapicus*, restauriert. (Nach Owen.)

Ähnliche Horngebilde sind für die Ordnung der Lamellirostren, Blattschnäbler (Gänse, Enten, Schwäne), überhaupt charakteristisch, sind aber je nach den Arten sehr verschieden ausgebildet. Es sind dicht und schräg stehende kulissenartige, oft ungleiche Blätter in beiden

Kiefern, die zusammen mit einer fransenartigen Seitenarmatur der Zunge einen, den Walfischbarten durchaus vergleichbaren Seihapparat darstellen. Das mit dem Schnabel geschöpfte Wasser läuft zwischen ihm ab und die festen Bestandteile, die es enthielt, Entengrün, Schneckchen, Insekten u. s. w., bleibt in ihm hängen. Bei ihrem grossen Nervenreichtum sind die Blätter zugleich vorzügliche Tastorgane.



Schnabel der Löffelente.

a Oberschnabel im Längsschnitt — *b* Unterschnabel von oben.

Sehr entwickelte sägezahnartige Vorsprünge zeigen die Schnabelränder bei manchen Trogons *(Priotelus)* und Rachenvögeln oder Eurylaemen *(Cymbirhynchus)*, auch bei dem merkwürdigen chilenischen Rara *(Phytotoma)*. Einen, selten zwei zahnartige Vorsprünge haben die falkenartigen Vögel und die meisten Würger im Oberschnabel.

Der Zahn am Oberschnabel der Papageien ist der seitliche Ausdruck einer durchgehenden Leiste, gegen den der gerad abgestutzte Unterschnabel drückt und reibt.

Vor dieser Leiste liegen im Epithel des Oberschnabels auf der Innenseite eigentümliche feilenartige Gebilde, die Finsch*) „Feilkerben“ nennt. Das Wesentliche an ihnen sind aber eigentlich nicht die Kerben, sondern die zwischen diesen gelegenen vorspringenden Leistchen, die aus einer etwas vom allgemeinen Epithel des Schnabels verschiedenen härteren Substanz bestehen, jenes vollkommen durchsetzen und auch an der dem Knochen aufliegenden Innenseite wahrzunehmen sind. Die Papageien scheinen den Vorderrand ihres Unterschnabels daran zu schärfen.

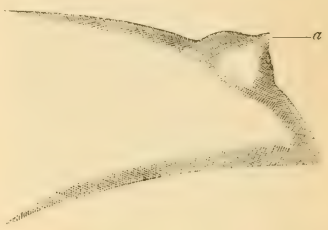
Bei manchen Vögeln findet man auch zahnartige Vorsprünge, die durch gewaltsam eingebrochene Scharten der Schnabelränder beim Aufbeissen und Aufknacken harter Früchte, Kerne u. s. w. entstanden sind. Am stärksten treten sie bei einem Nashornvogel *(Buceros nipalensis)* auf, wo sie von elfenbeinartiger Härte und sehr scharf sind und ganz den Eindruck wahrer Zähne machen.

Wohl zu unterscheiden von eigentlichen Zähnen sind die von Yarell entdeckten und von J. Mayer näher beschriebenen auf dem Oberschnabel (bei den Strandläufern zugleich auch am Unterschnabel) vieler Vogelfötus vorkommenden einzelnen medianen Höckerchen, die sich auch bei Reptilienföten finden, von bedeutender Härte sind und zum Durchfeilen der Eischale vor dem Auskriechen dienen (daher Eizähne genannt). E. G. Gardner**) hat sie genauer untersucht und gefunden, dass sie aus den Zellen der gewöhnlichen Hornsubstanz bestehen, die

*) Die Papageien monograph. behandelt. Leiden 1867, Bd. I.

**) Gardner, E. G., „Beiträge zur Kenntniss des Epitrichium und der Bildung des Vogelschnabels“. Inaugural-Diss. Leipzig 1884.

sich nicht abplatten, sondern oval oder birnförmig bleiben, sehr stark verdickte Wandungen erhalten und ganz den Eindruck hyaliner Knorpelsubstanz machen. In den Zellen sind viele stark lichtbrechende Körnchen und sie enthalten nur bisweilen Kalk, die lichtbrechenden Körnchen werden aber von Säuren nicht angegriffen.



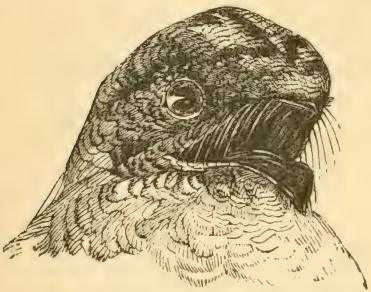
Oberschnabel eines Hühnerfoetus mit dem Eizahn *(a)*. (Nach Gardner.)

Dem sei, wie ihm wolle, — jedenfalls ist der Eizahn hart und scharf genug, um die Eischale zu durchfeilen. Kurz nach dem Auskriechen, bei den Nestflüchtern etwas früher als bei den Nesthockern, geht er verloren. —

Wie bei den Säugetieren die Zähne, so sind bei den Vögeln die Schnäbel in Form, Grösse und Härte infolge mannigfacher Anpassungen einer grossen Verschiedenheit unterworfen und sind, da sich häufig in einer Familie, ja in einer Gattung (im älteren weiteren Sinne) die merkwürdigsten Abweichungen finden, systematisch nur von bedingtem Werte.

Die Grösse der Schnäbel schwankt von einer Länge, welche der des Körpers wenig nachgiebt (Ibis, *Numenius)*, ja dieselbe übertrifft (mehrere Kolibris), bis zu der eines kaum bemerkbaren Vorsprunges *(Cypselus, Podargus, Caprimulgus, Eurylaimus)*. In ersterem Falle ist der Schnabel meist dünn und zart, oft in Korrelation

mit langen Beinen resp. hohen Ständern entwickelt, im letzteren ist er breit und die Mundöffnung tief bis unter die Augen gespalten. Dann ist er häufig an den Winkeln mit steifen, langen, borstenartig entwickelten Federn *(vibrissae)* versehen, welche, durch die Jagd auf fliegende Insekten erworben, nach Art eines Schmetterlingsnetzes oder Trichters ein leichteres Erhaschen der Beute ermöglichen.



Kopf der Nachtschwalbe mit aufgesperrtem Schnabel.

Besonders breite, von oben komprimierte Schnäbel finden sich bei einigen von Fischen oder Krustaceen lebenden Vögeln und sind Schöpfkellen, welche den Fang der Nahrungstiere wesentlich erleichtern. Unter den Storchvögeln besitzen sie *Cancroma* und *Balaeniceps,* unter den Scharben die Pelikane; bei den Löffelreihern ist der platte Schnabel vorn verbreitert und bei der seltenen *Tringa pygmaea* ist diese Verbreiterung von sonderbarer kleeblattartiger Form.

Seitlich komprimierte hohe Schnäbel mit stark gewölbtem First haben vorzüglich die Papageitaucher, *Corvus cafer,* die afrikanischen Nashornvögel und der seltene *Eurycerus Prevostii* von Madagaskar.

Vielfachen Schwankungen ist auch der Grad der Krümmung des Schnabels unterworfen. Lang und stark nach unten gekrümmt ist er besonders beim Ibis *(Ibis*

religiosa), bei einem Hopf vom Kap *(Rhinopomastes)* und beim neuseeländischen Huia *(Heterolocha Gouldi)*, wenigstens beim Weibchen. Bei diesem wird er 8,5 cm lang, beim Männchen aber nur 4 cm, und dieser merkwürdige Unterschied wird nicht etwa auf geschlechtliche Zuchtwahl zurückgeführt, sondern auf eine merkwürdige Art von Arbeitsteilung bei diesen paarweise zusammenlebenden Vögeln. Das Männchen soll nämlich mit seinem kurzen kräftigen Schnabel Zugang zu modernden Bäumen schaffen, indem es die Rinde weghackt, das Weibchen aber mit ihrer Pinzette die Larven u. s. w. aus dem Mulm hervorholen, beide dann die gemeinsam erworbene Beute mit einander teilen. Die Alten von *Falculia paliata* von Madagaskar haben einen körperlangen stark abwärts gebogenen Schnabel, der bei dem Nestjungen nur ein Fünftel so gross und ganz gerade ist. Derartige Altersunterschiede sind (Kolibris, Wiedehopf u. s. w.) die Regel, es findet sich aber auch das umgekehrte Verhältnis: so soll bei der Lumme *(Uria troile)* die relative Länge des Schnabels nach Parker während der Entwickelung abnehmen. Eigentümlich sind die Verhältnisse in der Verschiedenheit der Schnabellänge während der verschiedenen Lebensalter bei manchen Spechten. Bei den Nestjungen ist er weit kürzer als bei den Alten, dann wächst er, bis er beim eben ausgewachsenen Vogel $^1/_4$ bis $^1/_3$ länger als beim alten ist, der ihn schon mehrere Jahre im Gebrauch hat. Die Jungen leben vielfach anders wie die Alten: so frisst *Picus pileatus* im ersten Jahre Beeren und Früchte und sucht Insekten aus weichem Holze. Erst später, wenn er zur Ernährungsweise des alten

Vogels übergeht und seine Zimmermannskünste anfängt, nutzt er den mittlerweile auch bedeutend härter gewordenen Schnabel ab*).

Beim Säbelschnabler *(Recurvirostra avocetta)* ist der Schnabel nach oben gekrümmt, ähnlich der kürzere des russischen Terek *(Xenus cinereus)* und in der Familie der Kolibris finden sich gerade, nach oben gekrümmte und nach unten gebogene Schnäbel von den verschiedensten Längen. Nach Gould hat das seinen Grund in einer merkwürdigen Anpassung. Die schmetterlinghaften Kolibris gleichen den Schmetterlingen auch darin, dass sie strikt auf Blumen angewiesen sind, bekanntlich weniger des Nektars derselben, als der diesen aufsuchenden kleinen Kerbtierchen halber. Auch ihre Verbreitung hängt vielfach von der solcher tutenförmigen Blumen ab und ist daher oft eine sehr lokalisierte. In den mittleren Gebirgen Zentralamerikas ist aber ein ewiger Frühling, dieselbe Pflanze knospt, blüht und trägt Früchte zur nämlichen Zeit jahraus, jahrein. Die Form des Schnabels mancher Kolibris entspricht nun bis zu einem gewissen Grade der Gestalt der in ihrem Revier häufigsten Tutenblumen. Wo Blüten vorkommen, deren Kelchgrund tiefer als der Eingang ist, finden sich Kolibris, welche diese besuchen, mit nach unten gebogenem Schnabel, wie *Bourcieria torquata* oder *Grypus aquila,* an gerade Tuten sind geradschnäbelige Formen gebunden, an solche mit oben konkaver Krümmung andere mit nach oben gebogenen Schnäbeln wie

*) Vergl. Marshall, W., Zoolog. Vorträge, Heft 2, Die Spechte. Leipzig 1889, pag. 5.

Calypte Annae oder *Docimastes ensifera* mit ihrem riesig langen Schnabel.

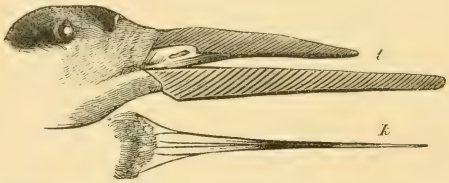
Bei den Flamingos ist der Schnabel in der Hälfte plötzlich nach unten gekrümmt, dabei ist der Oberschnabel kürzer und schmäler als der untere, sodass er wie der Deckel auf einer Dose auf diesem liegt.

Kurze, spitzige, nach unten gebogene Schnäbel sind meist sehr kräftig und so finden sie sich hauptsächlich bei solchen von Wirbeltieren lebenden Formen, welche dieselben nicht wie die Scharben, Taucher, Langflügler u. s. w. ganz verschlingen, sondern sie wie die Geier als Kadaver anschneiden oder wie die edleren Raubvögel frisch zerreissen; den kräftigsten Raubvogelschnabel, den ich kenne, hat der japanische Seeadler *(Haliaëtus pelagicus)*, er ist ein furchtbares Instrument. Auch die Papageien haben sehr kräftige, stark nach unten gekrümmte Schnäbel; bei dem schwarzen Arakakadu *(Microglossus aterrimus)* von Neuguinea ist er besonders stark entwickelt und kann dieser Vogel die härtesten Nüsse mit erstaunlicher Leichtigkeit zerbeissen. Beim Choroy *(Henicognathus leptorhynchus)*, einem chilenischen Papagei, ist der Oberschnabel ziemlich gerade, sehr lang und niedrig und dient als eine Art Spargelstecher, mit dem der Vogel sein Hauptfutter, Wurzeln, aus der Erde gräbt.

Sehr kräftig ist der Schnabel auch bei einigen Finken, so schon bei unserem Kernbeisser, bei dem sich am hinteren Teil des Unterschnabels innen in der Mundhöhle zwei, feste Ballen darstellende Verdickungen finden, die das Aufknacken der Kerne wesentlich erleichtern.

Einen Kernbeisserschnabel in der Übertreibung haben gewisse höchst merkwürdige Finken *(Geospiza)* der Galapagosinseln, die aber keine Kerne, sondern am Strande kleine harte Muscheln knacken und ihren Inhalt fressen.

Eigentümlich sind auch die Schnäbel der Gattung *Anastomus* (Klaffschnabel). Sie sind seitlich stark zusammengedrückt und schliessen nur hinten und an der Spitze, in der Mitte aber stehen die Ränder vom Ober- und Unterschnabel auseinander. Da diese Lücke in ihrer Grösse individuellen Schwankungen unterworfen ist, auch die Schnabelränder hier stark ausgebrochen sind, so kommt sie wahrscheinlich durch mechanische Ursachen zu stande. Der Vogel soll hauptsächlich von Muscheln leben, welche er mit fabelhafter Sicherheit öffnen soll; vielleicht dass sich bei dieser Gelegenheit der Schnabel derart abnutzt.



Schnabel von *Rhynchops*: *i* von der Seite, *k* von oben.

Bei den sog. Verkehrtschnäblern *(Rhynchops)* ist der Schnabel gleichfalls sehr absonderlich. Er ist (besonders der Unterschnabel) seitlich äusserst stark zusammengedrückt, so dass er elastisch wie eine dünne Messerklinge ist, dabei ist der Unterschnabel um ein bedeutendes länger als der obere. Da lässt sich von vornherein eine

eigentümliche Ernährungsweise erwarten und die haben diese Vögel allerdings. Es sind mehr nächtliche Tiere, wenigstens fliegen sie nachts auf Nahrung aus, die aus pelagischen an der Oberfläche des Meeres und der grösseren süssen Gewässer lebenden Geschöpfen besteht. Diese sind gleichfalls in der Nacht weit zahlreicher als am Tage. Unser *Rhynchops* fliegt nun ganz nahe über dem Wasser hin, senkt seinen Unterschnabel in das Wasser ein, der es rasch und mit wenig Geräusch und Erschütterung durchschneidet. Vermutlich ist er sehr nervenreich an seiner vorderen Schneide und daran anstossende Tiere werden sofort gefühlt, der Kopf des Vogels senkt sich ein wenig und der Oberschnabel greift schnellstens zu, die Beute ist erschnappt.

Äusserliche Asymmetrien sind am Körper der Wirbeltiere selten, aber gerade an den Schnäbeln der Vögel finden sich einige. Zwei sind gewiss auf mechanische Ursachen zurückzuführen und für die dritte ist das wahrscheinlich.

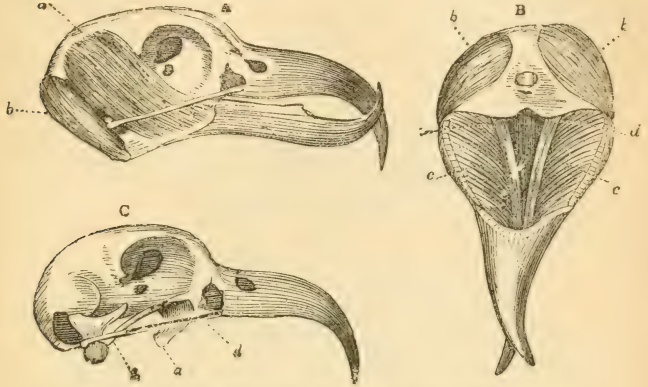
Die bekannteste asymmetrische Erscheinung in dieser Beziehung zeigen die echten Kreuzschnäbel, und dass diese mit einer seitlich ungleichen Entwickelung der Kaumuskeln verbunden ist, wurde weiter oben erwähnt. Die Sagittalebene des Oberschnabels dieser Vögel fällt mit derjenigen des Unterschnabels nicht zusammen, ersterer krümmt sich vielmehr seitwärts über den letzteren weg; die Richtung der Biegung ist dabei schwankend: man findet Individuen, bei denen der obere Schnabel nach rechts und solche, wo er nach links über den unteren weggreift.

Wer je zugesehen hat, wie ein Kreuzschnabel Tannenzapfen ausklaubt, wird sich über die Ursache dieser Asymmetrie bald klar geworden sein. Der seitlich wirkende Druck beim Loslösen der Schuppen der Tannenzapfen ist es gewesen. Der Vogel scheint von Anfang an die dabei nötige Bewegung von einer Seite her auszuführen, der Widerstand des Objektes drückt den Schnabel auf die Seite und da sich das fortwährend wiederholt, wird

Kopf des Kreuzschnabels.

der Schnabel krumm. Es wäre äusserst interessant, wenn es anginge, nestjunge Kreuzschnäbel bei anderem Futter, was alte wenigstens gern nehmen, aufzuziehen, ohne ihnen je Tannenzapfen zu verabfolgen. Wenn die Schnäbel sich bei ihnen doch krümmten, so würde das auf Vererbung zurückzuführen sein, dann wäre eine ursprüngliche, nun sagen wir „pathologische", Erscheinung so in das Blut übergegangen, dass sie sich vererbte. Es könnte aber auch sein, dass jedes Kreuzschnabelindividuum diese Asymmetrie selbständig erwirbt.

Auf den Sandwichinseln lebt ein sehr seltener Vogel von nicht ganz sicherer systematischer Stellung *(Loxops)*, dessen Schnabelwerk ähnlich gebaut ist und der daher auch eine ähnliche Lebensweise haben wird.

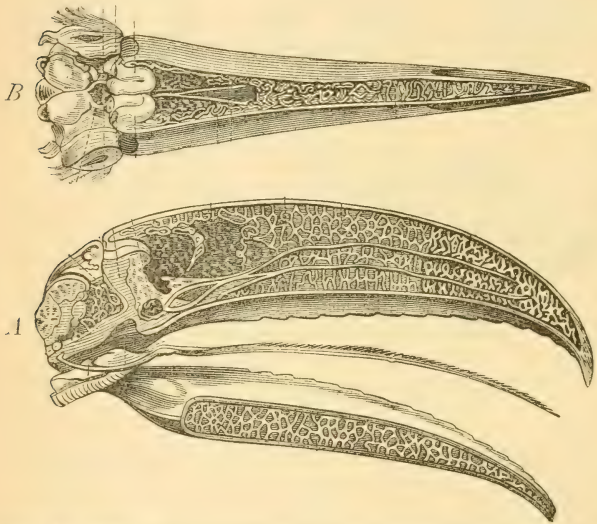


Schädel und Kaumuskulatur des Kreuzschnabels.

A B mit der Muskulatur, *A* von der Seite, *B* von unten. — *a Musculus temporalis* — *b b Musculi pyramidales* — *c c Musculi pterygoidei* — *d d* Dünne Muskeln. *C* Macerierter Schädel.

Eine andere ganz abweichende asymmetrische Schnabelbildung findet sich bei einem von den Kreuzschnäbeln und den Singvögeln überhaupt himmelweit verschiedenen Vogel, bei einem neuseeländischen Regenpfeifer *(Anarhynchus frontalis)*. Bei diesem Vogel ist der zarte, schlanke Schnabel in seinem vordersten Drittel etwa um 45 Grad nach rechts geknickt, aber immer nach rechts, wenigstens sind Individuen dieses immerhin recht seltenen Tieres mit nach links gebogenem Schnabel nicht bekannt. Der Vogel soll die Gewohnheit haben,

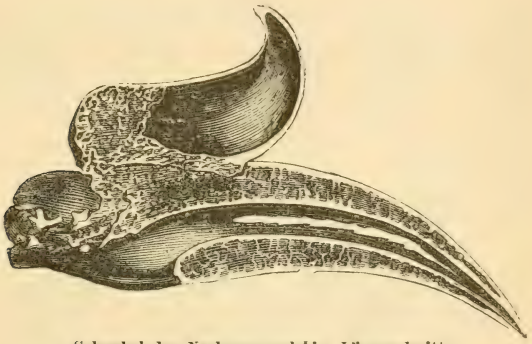
während der Ebbe am Meeresufer beim Suchen nach Nahrung mit dem Schnabel Steine umzudrehen, ähnlich wie der europäische *Strepsilas interpres*. Da er aber abweichend von diesem immer seinen Schnabel als Hebel nach einer Richtung benutzt, soll sich die sonderbare Deformation eingestellt haben.



Schädel des Tukans: *A* im Längsschnitt, *B* nach Entfernung des Schnabeldaches. (Nach R. Owen.)

Die gewaltigen Schnäbel der Pfefferfresser und Nashornvögel verdanken ihre Grösse einer kolossalen Entwickelung der die Kiefer bildenden Knochen, die zu einer weitmaschigen, einen grossen zentralen Hohlraum einschliessenden Spongiosa umgebildet sind. Das Horn der

Nashornvögel ist meist nur eine derbe lederartige Blase, die nur in ihrem hinteren Teil von lockerem Knochengewebe gestützt ist. Die jungen Vögel haben noch keine Spur davon, sie entwickelt sich erst nach und nach, da sie aber beiden Geschlechtern ganz gleichmässig zukommt, kann ihre Bedeutung, wenigstens ihre jetzige, nicht in der geschlechtlichen Zuchtwahl gesucht werden. Da sie mit



Schnabel des Nashornvogels im Längsschnitt.

den Luftsäcken kommunizieren, halte ich sie für aërostatische, den Körper und damit den Flug erleichternde Apparate. Diese Hörner sind verschieden gross und äusserlich oft mit allerlei Leisten und Falten geschmückt. Bei *Bucorax abessinicus* steht es vorn offen, d. h. das Epithel schlägt sich kontinuierlich in den Hohlraum ein.

Sehr seltsam ist das Horn von einem Nashornvogel von Borneo *(Rhinoplax scutatus)*. Der junge Vogel zeigt die gewöhnlichen Verhältnisse: eine, allerdings nur niedrige Blase, hinten von lockerer Spongiosa gestützt, aber beim

alten wird die Sache sehr eigentümlich. Ein Hohlraum im Horn ist verschwunden, die Spongiosa ist sehr kompakt geworden und das Schnabelepithel hat sich vorn zu einer breiten, dicken, aussen konvexen Platte von elfenbeinartiger Substanz umgebildet, die aus sehr kompakten Hornzellen mit Kalkeinlagerungen besteht. Der

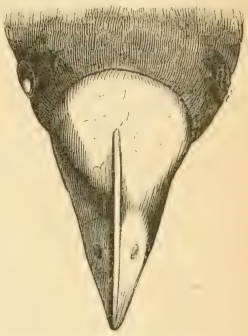
Vorderteil des Schädels von *Rhinoplax scutatus*.

Vogel zerschlägt damit wie mit einem Hammer Nüsse*). Der Schädel des jungen *B. scutatus* wiegt 28 Gramm, der des jungen *cassidix* 27, aber der des erwachsenen *scutatus* 263, der ebenso grosse des erwachsenen *cassidix* nur 61 Gramm!

*) Vergl. Marshall, W., „Die knöchernen Schädelhöcker der Vögel". Niederländ. Archiv f. Zoologie, Bd. I. 1872.

Auch den Schnabelanschwellungen mancher Enten, Hokkos, dem von Hornepithel überzogenen Helm der Casuare liegen knöcherne Elemente, Blasen oder Spongiosa zu Grunde.

Bei einer Reihe Vögel erstreckt sich das Schnabelepithel weit nach hinten mit einem langen Fortsatz bis zwischen die Augen, z. B. bei dem Blesshuhn *(Fulica atra)* unter den Stelzvögeln, oder bei *Cassicus* und *Ostinops* unter den Beutelstaren, sowie bei den Pisangfressern *(Musophaga)*.



Schnabel eines Pisangfressers von oben.

Erhöhungen auf dem Schnabel als ausschliessliche Fortsätze des Epithels und ohne knöcherne Stützen sind im ganzen bei Vögeln selten. Bei *Pelecanus erythrorhynchus* liegen mehrere hinter einander in einer medianen Reihe auf dem vorderen Teil des Oberschnabels; bei einer afrikanischen Ente *(Sarkidiornis melanotus)* ist es ein hoher lederartiger Vorsprung, der auf dem First des Oberschnabels seiner ganzen Länge nach verläuft. In beiden Fällen kommen sie nur den fortpflanzungsfähigen Männchen zu und beim Pelikan sollen sie nach der Brunst verloren gehen, vor deren Wiedereintritt aber sich neu bilden, sie sollen mit dem Alter an Zahl zunehmen und die älteren sollen entsprechend grösser von Jahr zu Jahr erscheinen.

Da wir die Schnabelmauser bei der Mauser der übrigen Epithelialteile der Vögel weiter unten mit

behandeln werden, erübrigt nur noch die Terminologie für die verschiedenen Schnabelteile anzugeben. Der Oberschnabel hat einen Schnabelrücken oder First *(Culmen)*, der bisweilen an beiden Seiten von einer Längsfurche begleitet wird, die ihn gegen die Seitenteile *(Paratonia)* abhebt. Die Ränder des Schnabels sind *Tomia* und seine Spitze ist oft und bisweilen sehr stark (Albatros u. s. w.) zu einer Kuppe *(Dertrum)* entwickelt. Am Unterkiefer stossen beide Äste in der Dillenkante *(Gonys)* zusammen, welche von der Spitze oben, der Dille *(Myxa)* bis unten zu dem Kinnwinkel verläuft.

Die Füsse der Vögel sind gleichfalls, in Anpassung an die Lebensweise, äusserst mannigfach betreffs ihrer Hautbedeckung entwickelt.

Ursprünglich werden bei den Vögeln Läufe und Zehen bis auf die Nägel und Sohlen ganz mit kleinen Federn bedeckt gewesen sein. Diese schwanden zunächst an den Seiten der Zehen, an der Hinterseite und den Seitenteilen des Laufes, und hielten sich am längsten auf dessen und der Zehen Oberseite*). Ganz befiedert (mit Ausnahme der Nägel und Sohlen) sind die Füsse der Fausthühner *(Syrrhaptes)*, Flughühner *(Pteroclidae)*, Moor- und Schneehühner und einiger Eulen; befiedert bis zu den Zehen (ganz behost) bei Waldhühnern *(Tetraonidae)*, einigen Tauben *(Ptilopodinae, Alectoeninae)*, manchen Eulen und Tagraubvögeln, einer echten Schwalbe *(Chelidon)*, den Seglern *(Cypselus)*, verschiedenen Kolibris *(Spathura Underwoodi, Hylocharis Luciani, H. cupreïventris,*

*) Vergl. Davies, J., im Morpholog. Jahrbuch, Bd. XV, 1889, pag. 603.

H. vestita u. s. w.) und dem Fregattvogel. Halb behost sind solche Vögel, bei denen nur der obere Teil des Laufes befiedert ist. In den meisten Fällen mag die Bedeckung der Füsse mit Federn auf einem Rückschlag beruhen, wie er auch bei domestizierten Formen (Latschtauben, Hühner) auftritt, nur beim Fregattvogel ist ein vielleicht altertümlicher Zustand bewahrt. Sehr interessant sind die Eulen betreffs ihrer Fussbefiederung: bis zu den Zehen findet sie sich bei *Nyctale Tengmalmi,* der Schneeeule, dem Waldkauz, Uhu, weniger stark bei den Käuzen *(Athene)* und Schleiereulen. Bei der gemeinen, in vielen Rassen fast kosmopolitisch verbreiteten Schleiereule *(Strix flammea)* schwankt die Dichtigkeit der Federbekleidung des Fusses sehr nach dem Klima des Vaterlandes: es ist um so dichter und weicher, je gleichmässiger kühl, und umgekehrt um so dünner und straffer, je gleichmässiger warm es ist. Bei den hochbeinigen, teilweise unterirdisch lebenden Prairiekäuzen *(Speotyto)* ist nur der obere Teil des Laufes befiedert, ebenso bei den vom Fischfang lebenden Ketupas *(Smilonyx)* von Indien und bei dem tropisch-afrikanischen Nacktfusskauz *(Scotopelia).* Die stärkere Befiederung kann verschiedene Ursachen haben: einmal den Schutz gegen die Kälte, namentlich auch gegen die Kühle der Nacht (Eulen, Waldhühner), dann das Verhindern des Einsinkens beim Laufen über lockere Substanzen (Sand bei den Fausthühnern, oder Schnee — zugleich mit Wärmeschutz — bei den Moor- und Schneehühnern); dann kann sie bei solchen brillant fliegenden Vögeln unbeschadet auftreten, welche sich fast nie auf den Boden setzen *(Cypselus, Chelidon, Galbula,* die betr. Tauben,

vielleicht *Fregatta*). Bei den behosten Kolibriformen dürfte das eigentümliche, blendendweisse, watteartige Gefieder der Läufe auf geschlechtliche Zuchtwahl zurückzuführen sein. Bei den Weibchen ist es in jeder Beziehung geringer entwickelt. Wahrscheinlich setzen sich diese herrlichen Tierchen nie auf den Boden, sondern schlafen irgendwo angeklammert, denn ihre Höschen sind äusserst empfindlich. Je mehr Vögel an ein Leben auf dem Boden, weiter im oft feuchten hohen Gras, Gestrüpp oder gar im Sumpf und Wasser angepasst sind, desto höher rückt der Beginn des Beingefieders hinauf, desto länger wird zugleich auch das Bein. Nur Schwimmvögel machen eine Ausnahme: ihre Füsse sind kräftige, kurze Ruder und bis zur Ferse von oben her befiedert, aber diese Federn werden wie alle anderen frei zu Tage liegenden stark geölt.

Die Epidermis der Füsse tritt auf in Gestalt einer Art Chagrin (der Lauf ist gekörnt) z. B. bei den Entvögeln und Scharben *(Lamellirostra, Steganopoda)*, oder sie entwickelt kleine, regelmässig polygonale oder unregelmässig halbmondförmige bis rundliche Täfelchen (der Lauf ist genetzt), wie z. B. bei den meisten Storchvögeln *(Ciconiae* mit Ausnahme der Reiher, bei den Papageien u. s. w.). In der Regel ist aber die Vorderseite des Laufes von besonders differenzierten Horngebilden bedeckt, in Gestalt einer Reihe hinter einander gelegener, mit ihrem Hinterrande etwas über einander greifender Täfelchen (der Lauf ist getäfelt). Die Reihe dieser Täfelchen ist an den Seiten von einer Rinne begrenzt und greift je nach den Vogelformen in verschiedenem Umfang um den Lauf

herum, am weitesten bei den südamerikanischen Tyrannen. Diese Täfelchen können in verschiedenem Umfange mit einander verschmelzen, bisweilen vereinigt sich die ganze Reihe zu einer einzigen sekundären Platte (der Lauf ist gestiefelt). Der Umfang, in dem sie mit einander verschmelzen und so nach und nach zum gestiefelten Lauf überführen, ist bedeutenden, häufig individuellen Schwankungen unterworfen, ja es kann vorkommen, dass das rechte und linke Bein ein und desselben Vogels sich in dieser Beziehung verschieden verhalten*), — Beweis genug, dass die Art, in welcher die Hornbekleidung des Laufes auftritt, nicht von allzu grosser Wichtigkeit ist.

Die Zwischenräume zwischen den Tafeln, also namentlich die Hinterseite des Laufes, sind gekörnt oder genetzt. Die Zehen sind mit ähnlichen Tafeln auf der Oberseite bedeckt, oft auch da, wo der Lauf einfach gekörnt oder genetzt erscheint.

Man hat die verschiedenen Epithelialbildungen der Vogelfüsse wohl mit den Schuppen der Reptilien homologisiert, aber Davies hat gezeigt, dass dies so ohne weiteres nicht zulässig ist. An befiederten Füssen fand er, dass die vorhandenen Schuppen und Schilder des Laufes ihren Ursprung als Verdickung um die Ansatzstellen der betr. Federn nehmen und dass die Halbringe auf den Zehen und dem Lauf durch Verschmelzung von mindestens zwei solcher Hautverdickungen entstehen. Weiter

*) Z. B. bei der Wanderdrossel. Vergl. Kaup, J., im Archiv für Naturgeschichte 1850, Bd. I, pag. 42.

sagt unser Forscher, dass alle Schuppen auf dem Lauf und den oberen Seiten der Zehen der alten Reptilienvögel sich in kleine Federn verwandelt hätten und die jetzt hier befindlichen Schuppen und Schilder der Vögel seien sekundäre Gebilde. Der phylogenetische Entwickelungsgang der Bekleidung des Vogelfusses in höchster Entwickelung würde also der sein: Reptilienschuppe, Fussfederchen der Reptilienvögel, Körnelung, Netzung, Täfelung, Stiefel, — wo bei lebenden Vogelformen an den Füssen Federn auftreten, beruht das auf einem Rückschlag.

Die Unterseite des vorderen Fussabschnittes, der Zehen und des Ballens ist mit einer rauhen höckerigen Haut bedeckt, welche namentlich beim Fausthuhn sehr stark entwickelt ist. Bekanntlich wird diese Haut mit dem zunehmenden Alter härter und spröder, und ihre Beschaffenheit ist kundigen Hausfrauen ein sicheres Zeichen bei der Beurteilung des Alters des Geflügels. Diese Rauhigkeiten gehen an den Seiten der Zehen meist nach und nach in deren obere Bedeckungsgebilde über. In die sehr dicke Epidermis der Sohlenhaut dringen eigentümliche Papillen der Lederhaut, welche Blut- und Lymphgefässe bis zu ihrer Spitze hinauf enthalten, ebenso, aber wie es scheint seltener, Nerven*). Diese schwielige Bedeckung ist um so stärker entwickelt, je mehr ein Vogel eine Laufform ist, — bei Schwänen z. B. viel weniger als bei Hühnern, und Schwäne, welche über Kies zu gehen sich genötigt sehen, benehmen sich mit ihrem Fusswerk wie Menschen, die zu enge Schuhe anhaben.

*) Vergl. Amory Jeffries, in Proc. Boston Soc. of Nat. hist. 1883, pag. 204.

Die Farbe der Hautbedeckung des Fusses ist sehr verschieden, meist grau in manchfachen Nuancen, oft aber auch gold- oder schwefelgelb oder lebhaft rot, seltener grün. Häufig steht diese Färbung mit der des Schnabels in Korrelation. In der Regel sind die Beine einfarbig. Krukenberg hat in der gelben Haut des Fusses der Königsweihe *(Milvus regalis)* einen eigenen Farbstoff (Coriosulfurin) nachgewiesen, der ein gefärbtes fettes Öl darstellt.

Die vordersten Glieder der Zehen sämtlicher Vögel sind meist mit Nägeln versehen, deren Gestalt und relative Grösse nach den an sie gestellten Anforderungen sehr verschieden ist. Sie sind sehr scharf, stark und gekrümmt bei solchen Vögeln, welche ihre Beute mit den Füssen greifen, ebenso bei solchen, welche als echte Baumformen fast nie auf dem Boden sitzen, sondern meist auf Zweigen oder kletternd sich zwischen diesen bewegen. Kurz und gerade sind sie bei Bodenformen, merkwürdig verlängert und besonders die hinteren in Correlation mit den Zehen bei den tropischen Jassanas *(Parridae)*, wodurch diese Vögel im stande sind über die unsichere von Pflanzen auf der Oberfläche des Wassers gebildete Decke hinwegzulaufen. Lerchen, Pieper, manche Bachstelzen, amerikanische Beutelstare *(Icteridae)* haben an der Hinterzehe einen sehr langen Nagel, gewissermassen einen Sporn, der diesen Vögeln vielleicht als Hilfsmittel beim Auffliegen, um sich vom Boden abzustossen, oder als Waffe dient.

Öfters ist der Nagel der dritten Zehe an seinem inneren Rande gezähnelt, so bei Schleiereulen, Nacht-

schwalben, Regenpfeifern *(Charadriidae)*, einigen Reihern und beim Fregattvogel. Diese Nägel stellen Kämme dar und dienen dem Vogel auch zur Reinigung seines Gefieders.

Gezähnelte Kralle eines Reihers.

Die Nachtschwalben streichen sich wenigstens die Borstenfedern an den Mundwinkeln damit aus und auch der Fregattvogel kämmt sich während des Fliegens sein Gefieder an den Stellen, wohin er mit dem Schnabel nicht gelangen kann, also am Kopf, von Ungeziefer frei. Bei den Casuaren ist der Nagel der Innenzehe zu einer furchtbaren Waffe, einem dreieckigen Bajonett, geworden. Beim zweizehigen Strauss ist bloss die Innenzehe, bei dem amerikanischen aber sind alle drei Zehen mit platten, stumpfen, hufartigen Nägeln bekleidet.

Bei Hühnervögeln (Truthahn, Frankolin, Phasianiden) findet sich an dem Lauf hinten und etwas nach aussen eine sehr harte kegel- oder unregelmässig pyramidenförmige Hautverdickung, der Sporn, der häufig einen inneren Knochenkern hat. Man hat wohl gelegentlich in demselben ein Homologon der fünften Zehe sehen wollen, diese Auffassung ist indessen, wie schon hervorgehoben, irrig, er ist ein ganz selbständiges Gebilde. Die männlichen Individuen aller Phasianiden, mit Ausnahme des Argusfasan, sind in dieser Art ausgerüstet, die Weibchen haben höchstens entsprechende rudimentäre Gebilde, nur wenn sie alt und unfruchtbar werden, entwickelt sich bei ihnen wie ein Hahnengefieder auch ein Sporn, ebenso bei Poularden. *Polyplectron* und *Ithaginis* sind die

einzigen Gattungen von Hühnervögeln, welche mehr als einen Sporn an jedem Beine haben, es können ihrer hier zwei bis drei sein, ja, bei demselben Individuum an dem einen Beine zwei, am anderen drei, — Vermehrungen dieser Gebilde, wie sie auch bei domestizierten Hühnern (bis fünf an jedem Beine!) auftreten*).

Die Sporen lassen sich leicht von der Stelle ihres normalen Vorkommens an eine andere desselben Vogelindividuums künstlich transplantieren. So war es sonst allgemeine Sitte und geschieht hin und wieder noch, dass man den Kapaunen nicht bloss die Sporen abschnitt, sondern sie auch auf ihren Kopf transplantierte.

Ähnliche Experimente hat man auch zwischen zwei Individuen vorgenommen. Nach Hunter**) werden die Sporenansätze junger Hennen, auf die Läufe junger Hähne gepflanzt, ebenso gross, wie Hahnensporen zu werden pflegen, hingegen erreichen auf Läufe von Hennen transplantierte Hahnensporen erst nach drei bis vier Jahren die Grösse, welche sie bei Hähnen schon im ersten Jahre erlangen.

Alle die Sporen der Hühner betreffenden Eigenschaften machen es gewiss, dass sie auf geschlechtliche Zuchtwahl zurückzuführen sind, dass sie sekundäre Geschlechtscharaktere darstellen. Es sind Waffen der männlichen Vögel zur Bekämpfung der Nebenbuhler. So wird es auch verständlich, warum gerade der Argusfasan die

---

*) Auch bei männlichen Frankolinen sollen bisweilen zwei Sporen vorkommen.

**) Vergl. Hunter, Versuche über das Blut, deutsch von Hebenstreit 1797, pag. 57.

einzige spornlose Phasianidenform ist: die Art, wie bei den Männchen das Gefieder der Flügel entwickelt ist, erlaubt gar keine Sporduelle zwischen den Argushähnen.

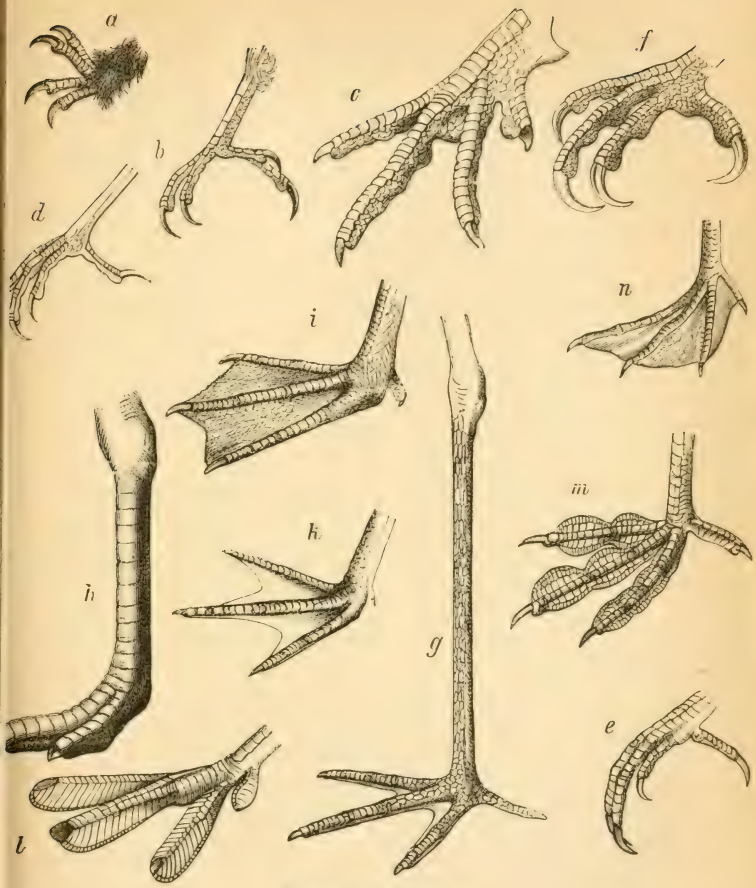
Die Fussbildungen der Vögel sind sowohl in osteologischer Beziehung wie namentlich mit Rücksicht der Entwickelung der Haut seit lange schon als systematisch sehr wichtige Charaktere erkannt worden. Reichenow ist der neueste Forscher, welcher die Füsse der Vögel in dieser Beziehung einer genaueren Untersuchung gewürdigt und eine klare Terminologie für ihre Verschiedenheiten entworfen hat.

Die Zehen verbinden sich unter einander durch Schwimmhäute oder durch Heftung. Die Schwimmhäute sind Hautfalten, bestehen aus derber elastischer Lederhaut, bedeckt mit feingekörnter Epidermis und breiten sich ähnlich wie bei anderen schwimmenden Tieren (Frösche, Säugetiere) zwischen den Zehen aus.

Vollständige Schwimmhäute verbinden alle vier oder nur die drei inneren Zehen bis an die Nägel oder sogar mit diesen (Scharbenvögel, Pinguine).

Gespaltene Schwimmhäute: Alle Zehen sind mit breiten Hautsäumen versehen, welche an den drei inneren am Grunde stets verwachsen sind. Nägel liegen in der Haut.

Gelappte Schwimmhäute: Alle Zehen oder nur die drei vorderen mit Hautsäumen versehen. Die Einkerbungen dieser Säume sind sehr deutlich und entsprechen den Gelenken der Phalangen. Die Nägel bleiben immer frei.



Fussformen der Vögel:

a Pes adhamans (Turmschwalbe) — *b P. scansorius* (Specht) — *c P. ambulatorius* (Fasan) — *d P. fissus* (Drossel) — *e P. gressorius* (Eisvogel) — *f P. insidens* (Falke) — *g P. colligatus* (Sattelstorch, *Mycteria senegalensis*) — *h P. cursorius* (Strauss) — *i P. palmatus* (Sägetaucher) — *k P. semipalmatus* (Avocette) — *l P. fissipalmatus* (Steissfuss) — *m P. lobatus* (Wasserhuhn) — *n P. steganus* (Tropikvogel).

Reichenow fasst dabei die Spaltfussform als aus dem vollständigen Schwimmfusse hervorgegangen auf (z. B. bei Steissfüssen — *Podiceps* — gegenüber den Seetauchern — *Colymbus)*, während er den Lappenfuss als durch eine Steigerung der Hautsäume der Zehen eines Watfusses (z. B. *Phalaropus* gegenüber *Tringa)* gebildet ansieht.

Bei den zurückgetretenen Schwimmhäuten sind die vordersten drei Zehen durch Spannhäute verbunden, welche so tief ausgerandet sind, dass mindestens die beiden letzten Phalangen der dritten Zehe an der Innenseite frei werden (Seeschwalben), im höchsten Falle aber nur ein Glied der 2. und 3. und zwei der 4. Zehe in der Haut bleiben *(Anser, Anas)*.

Bei der Heftung sind nur die ersten (proximalen) Phalangen der drei letzten Zehen durch Spannhäute verbunden, bei halber Heftung nur die der 3. und 4., die der 2. und 3. aber gespalten.

Bei der Spaltung sind die Zehen vollkommen unverbunden.

Bei der Verwachsung endlich verwachsen die drei letzten Zehen mit einigen Phalangen, d. h. sie stecken in einem gemeinsamen Hautköcher, die Knochen aber bleiben getrennt. Die Verwachsung betrifft im geringsten Falle je eine Phalange der 3. und 4. Zehe, im höchsten die 3. und 4. mit vier, die 2. und 3. mit einer Phalange.

Reichenow unterscheidet nun weiter folgende Fussformen:

I. Schwimmfuss *(Pes natatilis)*:

1. Plattfuss *(Pes planus)*: Pinguin.
2. Spaltschwimmfuss *(Pes fissopalmatus)*: Steissfüsse.
3. Ruderfuss *(Pes steganus)*: Scharbenvögel.
4. Schaufelfuss *(Pes palmatus)*: Alke, Sturmvögel, Langschwinger, Entvögel.

II. Watfuss *(Pes vadans)*:

5. Lauffuss *(Pes cursorius)* mit
   a) Zehen, welche durch zurückgetretene Schwimmhäute verbunden sind: Säbelschnäbler *(Recurvirostrinae)* und *Dromatinae*, oder mit
   b) Zehen, die bloss geheftet sind: Trappen *(Otididae)*, Dickfüsse *(Oedicnemidae)*, Brachvögel *(Numenius)*, sowie *Ereunetes* (inkl. *Hemipalama*), *Terekia*, *Symphemia*, oder
   c) mit nur der 3. und 4. Zehe geheftet: Krokodilwärter *(Pluvianus)*, Austernfischer *(Haematopus)*, Strandreiter *(Himantopus)*, *Squatarola*, Pfuhlschnepfe *(Limosa)*, Kampfläufer *(Machetes)*, Wasserläufer *(Totanus, Actiturus)*, Uferläufer *(Actitis)*, Brachschwalben *(Glareola)*, Scheidenschnäbler *(Chionis)*, Trompetervögel *(Psophiidae)*, Kraniche *(Gruidae)* und Sonnenrallen *(Eurypygidae)* oder mit
   d) unverbundenen Zehen: Schnepfen *(Scolopacidae)*, Steisshühner *(Crypturidae)*, Laufhühner *(Turnicidae)*, Straussvögel *(Ratitae)*, ferner von Regenpfeifern *(Charadriidae)*: Sandläufer *(Calidris, Pelidua, Limicola)*, Strandläufer *(Tringa, Canu-*

tus), Steinwälzer *(Strepsilas)*, weiter Rallen *(Rallus)*, Schnerze *(Crex)*, Sumpfhühnchen *(Porzana)*, *Aramides*, *Tribonyx*, *Alecthelia*, *Eulabeornis*, die Schnepfen *(Scolopacinae)*, die Wassertreter *(Phaloropodidae)* trotz ihrer Lappenbildung, da ja die Lappen hier eine Neubildung und nicht durch Spaltung aus der ganzen Schwimmhaut hervorgegangen sind.

6. Schreitfuss *(Pes gresorius)* mit
   a) gehefteten Zehen: Störche *(Ciconiidae)*, Schattenvögel *(Scopidae)*, Löffelreiher *(Plataleïdae)*, Ibisse *(Ibididae)*.
   b) nur mit 3. und 4. gehefteter Zehe: Reiher *(Ardeïdae)*, Kamichis *(Palamedeïdae)*.
   c) mit lauter unverbundenen Zehen: Blesshuhn *(Fulica)*, Taucherhuhn *(Podoa)*, *Podica*, — alle mit Lappen an den Zehen: Rohrhuhn *(Gallinula)* und mehrere Rallenformen.

III. Raubfuss *(Pes raptorius)*:

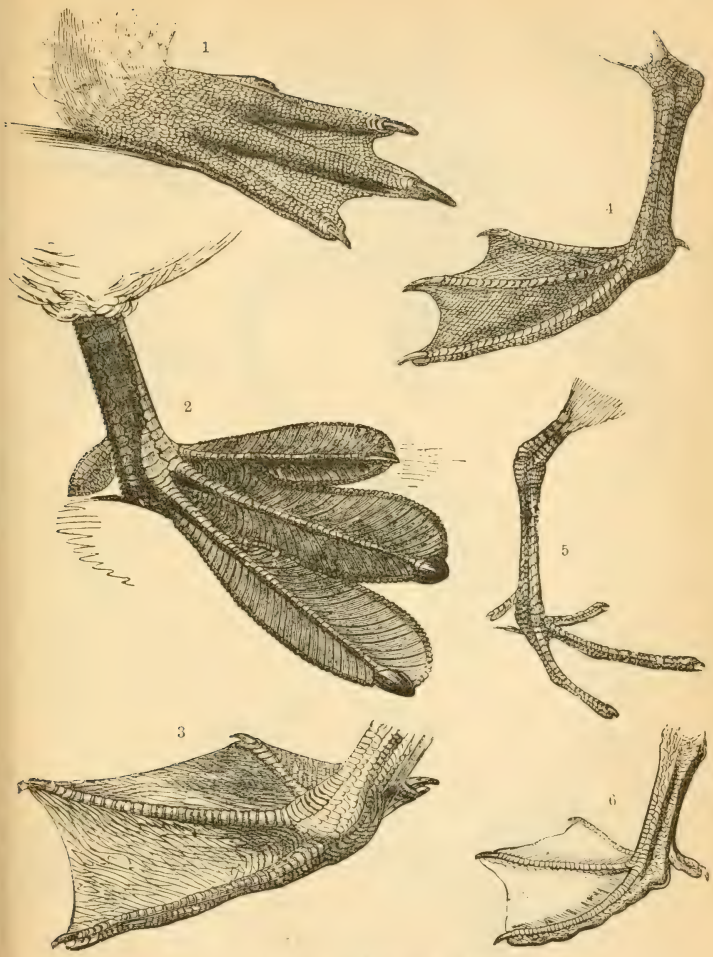
7. Scharrfuss *(Pes radens)*: Hühnervögel.
8. Fangfuss *(Pes capiens)*: Raubvögel.

IV. Spaltfuss *(Pes fissus)*:

9. die Tauben.

V. Baumfuss *(Pes arboreus)*:

10. Haftfuss *(Pes haerens)*: Nachtschwalben.
11. Klimmfuss *(Pes enitens)*: Mausvögel *(Coliidae)*, Pisangfresser *(Musophagidae)*, Madagaskar. Kuckucke *(Leptosominae)*.

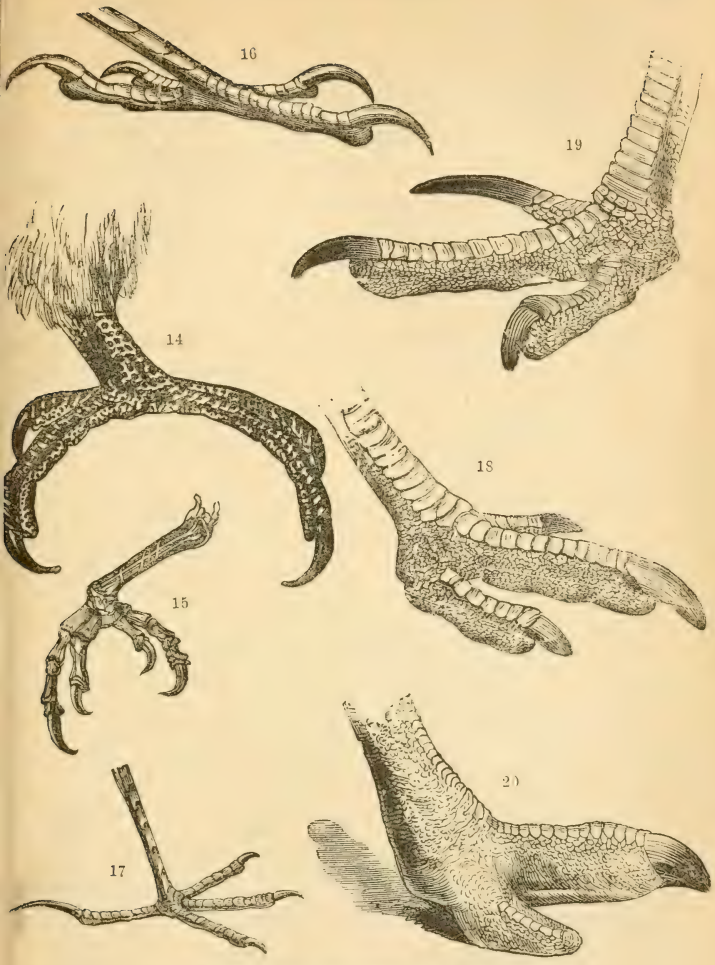


Verschiedene Fussformen der Vögel:

1. Pinguin, 2. Steissfuss, 3. Pelikan, 4. Möwensturmvogel, 5. Schnepfe, 6. Brandente.

Verschiedene Fussformen der Vögel:

7. Wassertreter, 8. Fasan, 9. Steinadler, 10. Schleiereule, 11. Gemeine Nachtschwalbe, 12. Turmschwalbe, 13. Nashornvogel.



Verschiedene Fussformen der Vögel:

14. Arara, 15. Pfefferfresser, 16. Specht, 17. Wiesenpieper, 18. Nandu, 19. Casuar, 20. Afrikanischer Strauss.

12. Klammerfuss *(Pes adhaerens)*: Segler *(Cypselidae)*.
13. Sitzfuss *(Pes insidiens)*, die meisten Kuckucksvögel: Roller *(Eurystomus)*, Hornrachen *(Eurylaimus)*, Schwalche *(Podarginae)*, Fettschwalch *(Steathornis)*, Tagschläfer *(Nyctibiinae)*, Bienenfresser *(Meropidae)*, Eisvögel *(Alcedinidae)*, Momots *(Momotidae)*, Kolibris *(Trochilidae)*, Mandelkrähen *(Coracias)*, Nashornvögel *(Bucerotidae)*, Plattschnäbel *(Todus)*.
14. Kletterfuss *(Pes scansorius)*: Papageien, Trogons *(Trogonidae)*, Glanzvögel *(Galbulidae)*, echte Kuckucke *(Cuculidae)*, Pfefferfresser *(Rhamphastidae)*, Bartvögel *(Bucconidae)*, Spechte *(Picidae)*.

VI. Der Hüpffuss *(Pes saliens)*:

die Mehrzahl der sog. Schreivögel *(Clamatores)*, soweit sie nicht in die vorhergehenden Rubriken fallen, und die Singvögel *(Oscines)*.

Man darf übrigens, wie das wohl schon geschehen ist, nicht zu viel Wert in systematischer Beziehung auf die Beschaffenheit der Füsse der Vögel legen. Häufig kann Anpassung an ähnliche Lebensbedingungen ähnliche Beschaffenheit der hinteren Gliedmassen bei ganz verschiedenen Formen bewirken. Oft ist auch diese Ähnlichkeit nur eine ganz oberflächliche. Der Kletterfuss der Papageien z. B. ist von dem der Spechte der Art seiner Benutzung und seinem Baue nach himmelweit verschieden.

Den Zehennägeln homologe und den Sporen analoge Bildungen kommen an der vorderen Extremität nicht selten vor. Der Daumen zeigt wohl immer eine Klaue,

wenn er aus zwei Phalangen besteht, was häufig der Fall ist, seltener erscheint ein solches Horngebilde am zweiten und noch seltener am dritten Finger. Wenn an diesem letzteren ein Nagel auftritt, dann besteht er immer aus drei Phalangen, aber dieser Satz gilt nicht umgekehrt; er kann drei Phalangen besitzen, braucht aber am distalen Ende keine Hornbildung zu haben. Einen Nagel haben die Segler *(Cypselus)*, manche Tagraubvögel, der Kamichi *(Palamedea)*, manche echte Hühner, Wasserhühner *(Fulica)*, Regenpfeifer *(Charadrius)*. Am ersten und zweiten haben Nägel die Lummen *(Uria)*, der afrikanische Strauss, der Flamingo u. s. w. u. s. w.*).

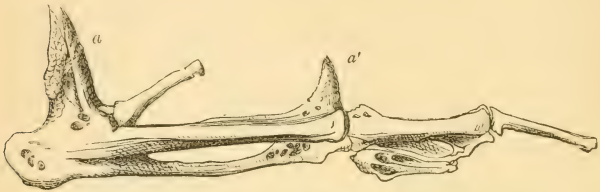
Der seltsame, altertümliche Hoatzin *(Opisthocomus cristatus)* hat in der Jugend am ersten und zweiten Finger einen Nagel und er benutzt dieselben beim Klettern. Beim alten Vogel sind diese Nägel auf kleine Höckerchen reduziert**).

Etwas anderes sind die Flügelsporen, die wie die Fusssporen einen Knochenkern zur Stütze haben können, der aber morphologisch nicht einem Finger entspricht, sondern eine selbständige Bildung ist, wie die Knochenerhöhung unter dem Horn auf der Schnauze alter Nashörner. Solche am Flügelbug befindliche Sporen kommen vor bei einer syrischen Amsel *(Merula didactyloptera)*, beim Manumea *(Didunculus)*, Spornralle *(Parra)*, Lappenkiebitz *(Lobivanellus)*, Wallnister *(Megapodius)*, einer Reihe von Entenvögeln (namentlich den Sporngänsen, *Plectro-*

*) Vergl. hierzu: Parker, Phil. Transactions 1888, und Amory Jeffries, J., Proc. Boston Soc. of Nat. hist. XXI., pag. 301, 1882.

**) Vergl. Beddard, F. E., in „The Ibis" 1889, pag. 285.

pterinae), beim Rohrhuhn *(Gallinula chloropus)*, Sekretär *(Gypogeranus)* u. s. w. Bei *Chenalopex montanus* (Bergbaumgans), beim Kamichi *(Palamedea)* und dem Chaja *(Chauna)* liegt ausser am Flügelbug noch ein zweiter



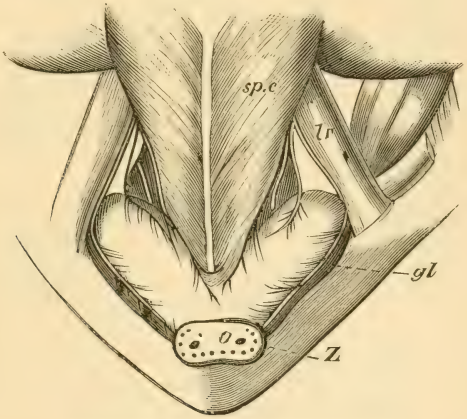
Rechte Hand von *Chauna Derbiana*. Natürl. Grösse.
a und *a'* Die Knochenkerne für die Flügelsporen.

Sporn weiter unten. Beim Kamichi ist der obere Sporn bis 4 cm lang, bajonettartig dreikantig und sehr scharf, sodass er sicher eine höchst gefährliche Waffe ist. Als Waffen sind alle diese Flügelsporen anzusehen und sie finden sich vielfach bei Vögeln, welche ihren Aufenthaltsorten zufolge leicht mit Reptilien, namentlich mit Schlangen, in Konflikt kommen oder gar von diesen sich ernähren. —

Nervendigungen finden sich in Gestalt von Kolbenkörperchen in der Haut der Vögel über die ganze Körperoberfläche zerstreut; am zahlreichsten sind sie in der Nähe der grossen Federn, während die Schenkel- und Achselgegend, der Vorderhals und Scheitel, wenigstens wenn letzterer keinen Federbusch trägt, arm an ihnen sind. Ihre Zahl ist überhaupt der Zahl der entsprechenden Gebilde bei Säugetieren gegenüber gering zu nennen, — so finden sich ihrer nach Wills Schätzung beim Rotschwänzchen im ganzen nur 472. Wahrscheinlich werden

namentlich in der Umgebung der Ursprungsstellen der grossen Schwanzfedern bei manchen Vögeln Häufungen solcher Kolbenkörperchen vorkommen. Papageien z. B. sind äusserst empfindlich an ihrem Schwanz und gehen sehr behutsam mit demselben um.

Die Hautdrüsen sind in der Klasse der Vögel ganz ausserordentlich zurückgetreten; es findet sich nur eine oder richtiger ein Paket von mehreren, — die Bürzeldrüse*).



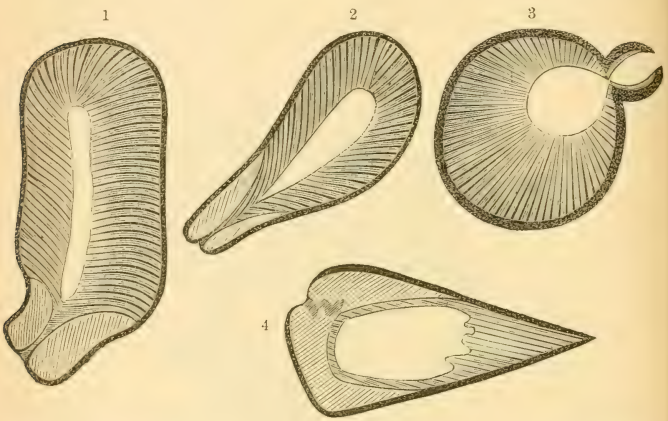
Bürzel der Ente mit abgezogener Haut.

sp.c Oberschwanzmuskel — *lr* Hebemuskel der Steuerfeder — *gl* Bürzeldrüse — *Z* deren Ausführungszapfen mit den Drüsenmündungen. (Nach Kossmann.)

Die Drüse ist herzförmig oder tief eingeschnitten, zweilappig, selten mehr walzenförmig und liegt mit der Spitze nach hinten. Diese Spitze ist meist zitzenförmig, von verschiedener, oft zu der Beschaffenheit des Schnabels,

*) Vergl. Kossmann in der Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. XXI.

mittels dessen der Vogel das Sekret der Drüse ausdrückt, in Beziehung stehender Länge, bei der Schnepfe z. B. ist sie lang und dünn. Der Ausführungsgang liegt oberhalb des Endkörpers der Wirbelsäule und die Drüse erstreckt sich mehr oder weniger weit nach vorn, je nach ihrem nach Arten, Alter, Jahreszeit u. s. w. verschiedenen



Vertikale Längsschnitte durch verschiedene Bürzeldrüsen, um das Verhältnis des Hohlraums zur Drüsenmasse darzustellen.

Schematisch. Bindegewebe und Muskulatur schräg schraffiert. 1 Ente, 2 Taube, 3 Sperling, 4 Reiher. Vergrösserungen verschieden. (Nach Kossmann.)

Umfang. Am stärksten ist sie bei Schwimmvögeln, fehlt aber dem Strauss, den Trappen, einigen Papageien und Tauben *(Didunculus, Goura, Starnoenas, Treron)*, im allgemeinen also solchen Vögeln, welche Steppen und tropische Gegenden bewohnen, ausschliessliche Landtiere sind und von ihrem Flugvermögen z. T. nur wenig Gebrauch machen oder überhaupt nicht fliegen können.

Während gerade die Stammart unserer Haustauben *(Columba livia)* eine ziemlich wohl entwickelte Bürzeldrüse besitzt, ist dieselbe bei einer Reihe domestizierter Rassen bis zum Verschwinden rückgebildet. Wenn Darwin meint, dass die Zunahme der Zahl der Schwanzfedern bei wilden Taubenarten und domestizierter Rassen nicht zufällig im umgekehrten Verhältnis zur Entwickelung der Bürzeldrüse stände, so dürfte das wohl auf einem Irrtum beruhen. *Goura* hat allerdings 16 Steuerfedern und keine Öldrüse, *Ptilopus* ebensoviel und eine rudimentäre Bürzeldrüse, diese fehlt aber auch bei *Starnoenas, Treron* und *Didunculus* trotz ihrer 12 Schwanzfedern. Was das Fehlen bei Kulturrassen angeht, so ist es leicht ersichtlich, dass es auf fortgesetzten Nichtgebrauch zurückzuführen ist. Die Drüse sondert bekanntlich eine gleich näher zu betrachtende Feuchtigkeit ab, mit welcher der Vogel die grossen Federn seines Gefieders salbt, sodass dieselben keine Nässe aufnehmen. Jene domestizierten Taubenformen sind aber echte Schlagtauben, welche selten oder nie der Nässe ausgesetzt sind, folglich kein Bedürfnis nach jener Drüse oder ihrem Sekret haben.

Die Zweiteilung der Drüse, welche aussen oft nur angedeutet ist, ist innen genau durchgeführt. Es sind faktisch zwei dicht an einander gelagerte Drüsenpakete, welche durch eine mediane, glatte Muskelfasern enthaltende Scheidewand getrennt sind. Jede Hälfte besteht aus einer verschieden grossen (bei der Ente viermal zahlreicheren als bei der Taube) Anzahl von verschieden langen, aber fast überall gleichweiten, meist unverästelten Drüsenschläuchen. Diese ergiessen ihr Sekret, das kein Filtrat

ist, sondern aus umgewandelten Zellen der Drüsen selbst besteht, in ein jederseitiges Sammelbecken in jeder Drüsenhälfte, welche nur beim Wiedehopf mit einander kommunizieren, daher denn auch bei diesem Vogel die Möglichkeit vorhanden ist, dass ein einziger Ausführungsgang für die Doppeldrüse genügt. Sonst finden sich häufig auf jeder Drüsenhälfte mehrere, oft von kleinen Federkränzen umgebene Ausführungsöffnungen, z. B. bei der Ente vier, beim Pelikan sechs.

Chemische Untersuchungen des Sekrets dieser Drüsen sind noch nicht viel und namentlich in nur beschränkter Weise vergleichend angestellt worden. Ich kenne bloss eine*), welche sich auf die Hausgans und Wildente bezieht.

Danach enthalten 31.185 gr Sekret von Gänsen:

Feste Bestandteile	391.93	Teile.
Wasser	608.07	
Eiweissstoffe und Nukleïn	179.66	
In absolut. Äther lösliche Bestandteile	186.77	
Alkoholextrakt	10.90	
Wasserextrakt	7.53	
Asche	7.07	lösl. 3.71, unlösl. 3.36
Im Ätherextrakt waren:		
Cetylalkohol	74.23	
Ölsäure	56.48	
Niedere Fettsäuren	3.73	
Lecithin	2.33	

*) de Jonge, D., „Über das Sekret der Talgdrüsen der Vögel", Berlin, Inaugural-Dissertation 1879.

10.209 gr Sekret von Wildenten ergaben:

Feste Bestandteile	415.31		
Wasser	584.66		
Eiweissstoffe und Nukleïn	127.63		
In absolut. Äther lösliche Stoffe	247.08		
Alkoholextrakt	18.31		
Wasserextrakt	11.31		
Aschen	11.01	lösl.	9.35
		unlösl.	1.66

Im Ätherextrakt waren:

Cetylalkohol	104.02
Niedere Fettsäuren	14.84

Zwei Dinge an dieser Analyse sind merkwürdig: erstens der bedeutende Gehalt des Sekrets an Alkohol, was an das Wollfett der Schafe erinnert, in dem gleichfalls Alkohol von auffallend hohem Molekulargewicht auftritt, und zweitens, dass die Federsalbe des wilden Vogels bedeutend reicher an Fett und Alkohol, gewiss den für die Funktion wesentlichsten Bestandteilen, und ärmer an Wasser als das des gezähmten ist, obgleich beide nahe mit einander verwandt sind. Vielleicht, dass die Beschaffenheit des Sekrets bei der Hausgans infolge eines durch die Domestikation bedingten geringeren Bedürfnisses in dieser Weise nach und nach modifiziert wurde.

Es ist durchaus nicht nötig, dass ein Vogel sein ganzes Gefieder einölt, es genügt, wenn die grösseren, oberflächlich gelegenen, daher dem Einfluss der Feuchtigkeit mehr ausgesetzten Federn diesem Prozesse unterworfen werden.

Es steht übrigens die Erscheinung, dass ein Geschöpf ein Absonderungsprodukt seines Körpers in dieser Art mittels eines davon so entfernt gelegenen Organs, wie in diesem Falle des Schnabels, benutzt, ziemlich vereinzelt, in der Regel ergiessen sich Sekrete, wenn sie wirken sollen, ohne aktives Zuthun und werden in nächster Nähe der Ergussstelle verwertet; wenn ein Vogel sein Gefieder einschmiert mit einer Salbe, die er von einer weit entlegenen Körperstelle mittels des Schnabels holt, so verfährt er in gewissem Sinne ähnlich wie der Mensch, der, um einen schwer beweglichen Gegenstand ernstlich anzufassen, vorher in die Hände spuckt.

Nicht immer ist es Funktion der Bürzeldrüse, ein Sekret zum Einölen der Federn zu liefern, es kann dasselbe wohl auch einmal eine andere Bestimmung haben, wie bei unserem Wiedehopf. Es ist sprichwörtlich bekannt, dass dieser Vogel und sein Nest, resp. seine Jungen einen abscheulichen Geruch entwickeln. Die beiden ziemlich weit auseinander gelegenen Hälften seiner Bürzeldrüse münden hinten in einer gemeinsamen grösseren Hauttasche, in der sich das Sekret ansammelt, das beim männlichen Vogel und beim weiblichen ausser der Brütezeit ein gelbliches, geruchloses Öl ist, bei letzterem indessen, sowie bei den Nestjungen eine mehr schmierige Konsistenz und dunkle Farbe annimmt und einen unerträglichen Gestank entwickelt. Es dürfte wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass damit die Bürzeldrüse zu einer Schutzwaffe gegen nachstellende Feinde wird.

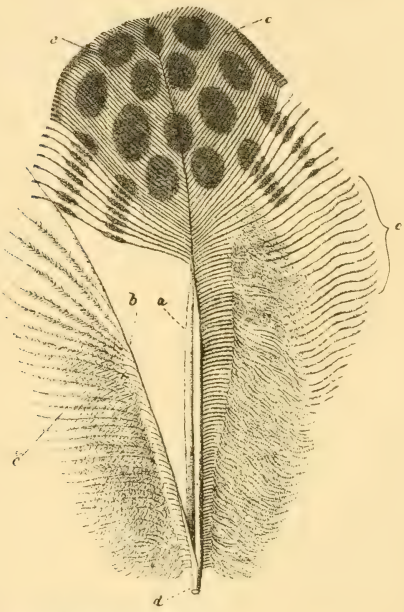
Dahin lauten die ganz bestimmten Angaben, die einer unserer vorsichtigsten und erfahrensten Kenner der Vogel-

anatomie, Nitzsch*), gemacht hat. In neuerer Zeit hat man die Ursache oder richtiger den Sitz des Gestankes des Wiedehopfs wohl in der *Bursa Fabricii* (s. d. unter Verdauungsorganen) suchen wollen. Ich muss gestehen, dass mir das von vornherein ganz unwahrscheinlich ist.

Das charakteristischste Gebilde der Oberhaut und zugleich das komplizierteste derselben sowohl im Ganzen wie im Einzelnen, das wir in der Tierwelt kennen, ist das Gefieder, das bei jedem Vogel den ganzen Rumpf, den hinteren Teil des Halses und die Oberschenkel bedeckt. Die Federn, die das Gefieder bilden, sind, trotz ihrer so verwickelten Bauart, nichts wie umgestaltete Schuppen und nehmen auch auf dieselbe Art ihren Ursprung. Wenn wir den Flügel des Pinguins betrachten, so drängt sich uns unwillkürlich die Frage auf, sind denn die Gebilde, die denselben bedecken, wirklich Federn? Sie sehen doch aus wie Schuppen und decken sich wie Schuppen; der einzige Unterschied ist der, dass ihr Rand zerfasert ist, sodass wir einen axalen Teil unterscheiden können, an dem rechts und links Fransen sitzen, und dieser Unterschied ist nur ein relativer, — die Feder ist wirklich nichts anderes als eine höher differenzierte Schuppe! Freilich die Feder in ihrer höchsten Entwickelung, die Contourfeder besonders, die als Schwung- und Steuerfeder im Flügel und Schwanze auftritt, lässt sich in ausgebildetem Zustande nur schwer mit einer Schuppe vergleichen, giebt es doch solche Federn, die meterlang werden!

*) Pterylographie, Halle 1840, pag. 58, in der Note.

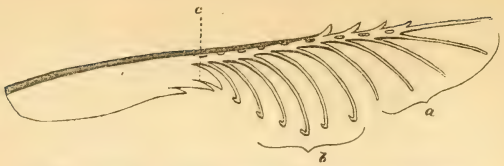
Eine Feder setzt sich in der höchsten Entfaltung aus vier Teilen, resp. Teilgruppen zusammen. Der Hauptteil, gewissermassen der Stamm der Feder, ist der Kiel *(scapus)*, der alle anderen Federteile trägt; er wird von



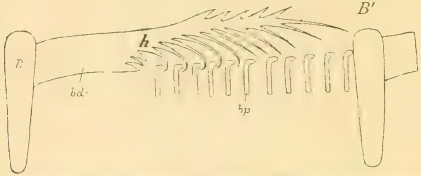
Eine Rückenfeder vom Argusfasan in nat. Gr. von unten, von der der grössere Teil der linken Astreihe des Hauptschaftes *(a)* und die rechte Astreihe des Afterschaftes *(b)* entfernt ist. *c*, *c*, *c* Äste von Haupt- und Afterschaft, *d* die kurze Spule. (Nach Nitzsch-Burmeister.)

zwei Abschnitten gebildet, unten von der runden, mehr oder weniger durchscheinenden Spule *(calamus)*, die in sich ein eigentümliches, trockenes, blasiges Gebilde, die Federseele, dessen Entstehung wir später kennen lernen

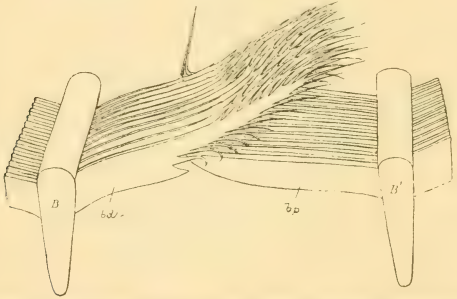
werden, einschliesst; diese Spule besteht aus verhornten Zellen, die aber am unteren Ende eine kleine runde Stelle, die wir als Federnabel *(umbilicus)* bezeichnen können, und die von einem Pfropf weicheren Gewebes verschlossen ist, frei lassen. Der obere Teil des Kieles, der Schaft *(rhachis)*, ist die markhaltige, aussen harte Fortsetzung der Spule; sein inneres Mark besteht aus grossen, stark lufthaltigen Zellen und giebt unter dem Mikroskop Bilder, die ungemein an Holundermark erinnern. Auf der Oberseite ist der Schaft konvex, auf der Unterseite konkav oder häufiger längsgefurcht; diese Längsfurche tritt nicht auf die Spule über, sondern unter dieselbe, so dass sich hier eine schlitzförmige Öffnung in der Feder findet, oberhalb deren sehr häufig eine zweite, meist weit geringer als die Hauptfeder entwickelte Nebenfeder oder Afterschaft *(hyporhachis)* sitzt, die indessen bei einigen Vögeln (Strausse) eine gleich starke Entwickelung wie jene zeigt. In der Regel ist der Schaft heller und lebhafter gefärbt als die Teile, die er trägt und die man in ihrer Gesamtheit als Federfahne bezeichnet. Diese Fahne besteht aus einer grossen Anzahl lanzettförmiger Lamellen (Federäste oder Federstrahlen erster Ordnung — *rami)*, die, auf der Peripherie mit Hornzellen bekleidet, im Innern mit einer Achse lufthaltiger Markzellen versehen, an beiden Seiten des Schaftes symmetrisch derart angeordnet stehen, dass ihre Kanten nach oben und unten gerichtet sind, während ihre Breitseiten sich ziemlich dicht an einander legen. An beiden Rändern der Oberseite jedes Ästchens zeigt sich ein System sekundärer, ebenfalls lanzettförmiger Lamellchen, die Strahlen oder Ästchen zweiter Ordnung *(radii)*,



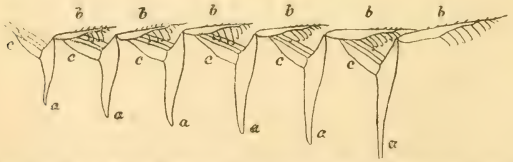
Ein Strahl von einer Rückenfeder des Argusfasans.
a Wimperchen, *b* Häkchen. (Nach Nitzsch-Burmeister.)



B Ein Ast im Querschnitt der mit den Häkchen *(h)* eines seiner vorderen Strahlen *(bd)* in eine Reihe von hinteren Strahlen *(bp*, 11 hintere Strahlen im Querschnitt) des nächst vorhergehenden Astes *(B')* eingreift.



Zwei Stücke von Federästen *(B B)*, die mit den Häkchen der vorderen Strahlen *(bds)* in die hinteren Strahlen *(b p)* des nächst vorhergehenden Astes *(B')* eingreifen. Schwach vergrössert.



Sechs Äste *(a a)* aus der äusseren Fahnenseite der Schwungfeder der Gans im Querschnitt, mit ihren vorderen *(b b)* Strahlen, die mit ihren Häkchen in die hinteren Strahlen *(c c c)* eingreifen. (Nach Nitzsch-Burmeister.)

die wie die erster Ordnung gebaut sind und an ihnen ansitzen, wie jene am Schaft. Die nach vorn, nach der Federspitze zu gelegenen Strahlen zweiter Ordnung tragen ihrerseits wieder feine, aus einer einzigen Hornzelle bestehende Wimperchen *(radioli)*, die z. T. am unteren Rande umgebogen sind und als Häkchen *(hamuli)* Klammerorgane darstellen, die in mehrere hintereinander gelegene Strahlen des Hinterrandes des vorhergehenden Astes fassen. Auf diese Weise bildet die Federfahne ein zusammenhängendes Ganze, dessen einzelne Teile nur unter Anwendung einer gewissen Gewalt zu trennen sind. Es ist dies ganz besonders der Fall in den grossen Schwung- und Steuerfedern und es liegt auf der Hand, dass nur durch diese Eigentümlichkeit der Flugapparat eine so hohe Vollendung erreichen konnte. Rückbildungen im Flugvermögen sind auch allemal mit Rückbildungen im Bau der Federn verbunden: die sog. straussartigen Vögel besitzen, wie die grösseren Paradiesvögel, an ihren seitlichen Schmuckfedern, an den Flügel- und Schwanzfedern keine Wimperchen, die Casuare sogar keine Strahlen zweiter Ordnung. Hier kommt das Zusammenhaften der einzelnen Federteilchen, wodurch die Feder fliegender Vögel ihre kontinuierliche Fläche erhält, die besonders an Ruder- und Steuerfedern absolut notwendig ist, in Wegfall. Würde eine Feder, was ja nicht undenkbar wäre, auf andere Art gebildet, etwa dass jede eine homogene Hornlamelle darstellte, so würde einmal der ganze Federapparat an Gewicht nicht unbedeutend zunehmen, anderseits würde er aber auch an der so überaus notwendigen Schmiegsamkeit und Elastizität einbüssen, die dem Vogel das Fliegen ermöglicht. Die Fläche muss freilich dicht

sein und darf, wenn das Tier mit der Flugfläche die Luft drückt, diese nicht durchlassen. Als flugbeförderndes Moment kommt noch hinzu, dass eine Feder in ausgebildetem Zustande absolut trocken ist und ein totes, wenigstens dem Stoffwechsel entzogenes Gebilde darstellt. Sie enthält in keinem Teile eine grössere Menge von Feuchtigkeit, etwa von Blut, sie ist daher ausserordentlich leicht und um so leichter, als der Kernteil des Schaftes aus lufthaltigen Zellen gebildet wird.

In ihrer Bauart sind die Federn ausserordentlich verschieden, aber die extremen Formen sind fast alle durch Übergänge mit einander verbunden. Da sehen wir erstens Federn, von denen das im vorhergehenden Entwickelte gilt, die einen vollkommen steifen Kiel besitzen, die, oberflächlich der Lichteinwirkung ausgesetzt, meist ausschliesslich lebhaft gefärbt sind und die, weil sie die Umrisse oder Contouren des Vogelkörpers bestimmen, Contourfedern genannt werden. Der alte Nitzsch sagt einmal in seiner Pterylographie, dass die Vögel, die doch so sehr viel Liebhaber hätten, den verachteten Lurchen gegenüber gewiss sehr an Ansehen einbüssen würden, wenn sie ohne Federkleid umherliefen, denn sie würden dann keinem Amphibium und keinem Reptil an Scheusslichkeit nachstehen. Es sind aber gerade die Contourfedern, die die charakteristische Schönheit eines Vogels bewirken. Bei allen diesen Federn ist der an der Spule gelegene Teil, der, da ja die Contourfedern dachziegelartig über einander liegen, stets von einer vorhergehenden verdeckt wird, heller, weniger farbig und weicher, mit einem Worte dunenartig; die grossen Schwing-

und Steuerfedern, die im Verhältnis zu ihrer Länge nur auf eine kurze Strecke von anderen Federn bedeckt werden, haben relativ den längsten Fahnen- und den kürzesten Dunenteil.

Die zweite Federart, die Dunen *(plumae)*, finden sich fast stets an Stellen, die dem Lichte entzogen sind, unter den Contourfedern oder doch unter den Flügeln verborgen, bei einigen Vögeln liegen sie indessen auch offen, so z. B. bei gewissen Geiern am Halse u. s. w. Die Schäfte der Dunen sind schwach und ihre runden, mit Knötchen versehenen Äste stehen weit auseinander. Diese kleinen Knötchen, mit elastischen kleinen Fortsätzen versehen, sind trotz ihrer Unscheinbarkeit von grosser Wichtigkeit für den Vogel, denn sie halten die Dunenästchen auseinander, so dass auf diese Art unter den Contourfedern ein elastisches, luftiges Polster zu stande kommt, ein Reservoir zur Aufspeicherung eines Teils der Eigenwärme, dessen Lufträume der Vogel bei stärkerer Kälte durch Sträubung des Contourgefieders vergrössern und damit sich selbst besser erwärmen kann. Die Dunen stehen mit den Contourfedern in Quincunx, d. h. in abwechselnden Reihen, so dass um jede Contourfeder vier Dunen und um jede Dune vier Contourfedern

a *b* *c*

a Dunenstrahl vom unteren Teile einer Contourfeder der Ente, *b* vom Rotkehlchen, *c* von der Ohreule. 130 mal vergr. (Sämtl. Figuren nach Nitzsch.)

stehen; oft entspringen auch an einer Stelle mehrere, bisweilen sogar zahlreiche grössere und kleinere Dunen.

Als Halbdunen *(semiplumae)* werden Federn bezeichnet, die in ihren Eigenschaften zwischen Contourfedern und Dunen mitten inne stehen, oder es sind, besser gesagt, Contourfedern mit einigen Eigenschaften der Dunen, sie sind nämlich weich wie diese und ohne Wimperchen, haben aber einen langen Schaft wie jene; zu diesen Halbdunen gehören die kostbaren Marabufedern.

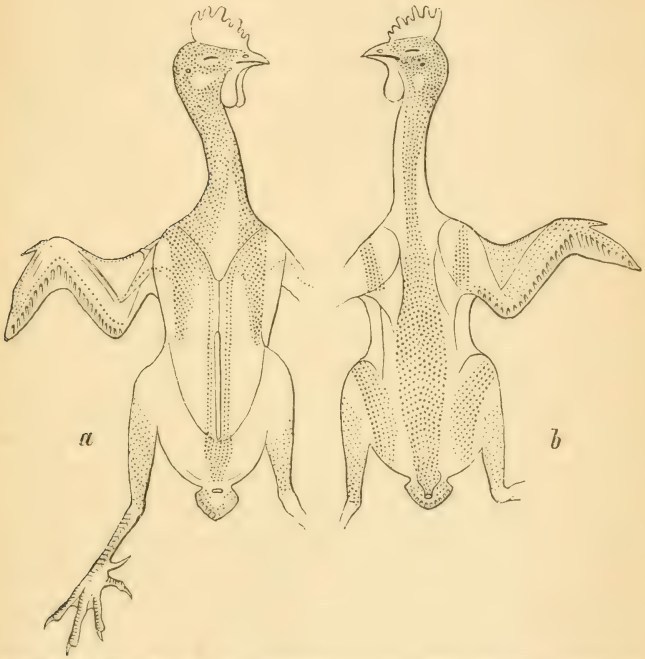
a *b* *c*

a Eine Fadenfeder der Gans, schwach vergr. *b* deren oberes Ende stärk. vergr. *c* ein Strahl derselben Feder, st. vergr. (Nach Nitzsch-Burmeister.)

Eine vierte Form endlich sind die Fadenfedern *(filoplumae)*: lange, schlanke Gebilde mit einer sehr kleinen, pinselartigen Fahne und mit oder ohne Dunen am Grund; sie stehen sehr dicht an den Contourfedern an, meist je eine oder zwei, bisweilen aber auch, wie bei Reihern, zu zwölft.

Leider chemisch noch nicht näher untersucht und daher in ihrer Funktion nicht ganz klar sind eine eigentümliche Art von Dunen, die ihre öligen Epidermisschüppchen wie Puder losstossen und wahrscheinlich eine ähnliche Bedeutung wie die Bürzeldrüse haben. Diese Puderdunen kommen in verschiedener Ausdehnung und Anordnung den Papageien

zu, bei denen sie, namentlich beim gemeinen grauen, den eigentümlichen reifartigen Federstaub verursachen, sie finden sich weiter noch bei Nachtschwalben *(Podargus)*, Reihern, Rohrdommeln u. s. w.



Gallus bankiva, gerupft; die punktierten Stellen entsprechen den Federfluren, die unpunktierten den Federrainen. (Nach Nitzsch.)

Das Arrangement der Federn bietet verschiedene Eigentümlichkeiten: sehr selten stehen sie, ähnlich wie die Haare der Säugetiere, über den ganzen Körper gleichmässig verteilt, und da dies, mit Ausnahme von *Palamedea*,

nur bei solchen Vögeln, die wie die Pinguine, die Casuare und der Kiwi-Kiwi *(Apteryx)* nicht fliegen können, der Fall ist, so sind wir berechtigt, diesen Zustand für einen ursprünglichen, der Verteilung der Schuppen auf dem Reptilienkörper homologen zu halten, der mit Verlust der Flugfähigkeit als Rückschlag wieder auftritt. Bei allen anderen Vögeln besitzt das Federkleid Lücken und die Federn, besonders die Contourfedern, sind in Reihen angeordnet, die als Federfluren *(pterylae)* bezeichnet werden, während die, wenigstens von Contourfedern ganz freien Lücken zwischen jenen Federraine *(apterae)* heissen. Die Federfluren verlaufen je nach den Arten und Gattungen der Vögel ausserordentlich verschieden, aber hauptsächlich in der Längsachse, also in der Flugrichtung des Körpers. Wir unterscheiden nach der Stelle des Vorkommens: Rückgratfluren, Schulterfluren, Lendenfluren, Unterfluren, Kopffluren, Halsseitenfluren, Flügelfluren, Unterschwanz- und Schwanzfluren, die indessen sehr selten alle zusammen vorkommen. In der Regel stehen die Fluren auf solchen Teilen der Haut, die den darunter befindlichen Körperpartien fester anliegen, während unter Federrainen die Haut lockerer ist, wie namentlich an Biegestellen. Wenn bei Reptilien differenzierte Schuppen auftreten, so zeigen die grösseren, den Contourfedern etwa entsprechenden eine analoge Anordnung, ja selbst bei Säugetieren treten etwaige stärker entwickelte Haare nicht selten in ähnlicher Verteilung auf.

Die Farben des Vogelgefieders*) erscheinen uns sehr verschieden: alle Farben des Spektrums in allen

*) Vergl. für das chemische Verhalten die Abhandlungen von Krukenberg in seinen „Vergleich.-physiolog. Studien", Leipzig und Heidelberg, C. Winters Verlag; für den feineren Bau: Gadow, H., Proceed. Zoolog. Soc. of London 1882, pag. 409 ff.

möglichen Intensitätsgraden, sowie braun und grau, schwarz und weiss sind vertreten, daneben finden sich noch metallisch schillernde Federn mit so schwachem Schimmer wie bei der Krähe bis zu dem brillanten Glanz bei zahlreichen Kolibrimännchen.

Die metallisch glänzenden Farben sind physikalische oder sog. subjektive Farben und beruhen auf Strukturverhältnissen der Federn, die übrigen werden durch die Gegenwart körniger oder diffuser Pigmente hervorgerufen und erscheinen unter allen möglichen Einfallswinkeln des Lichtes gleich, es sind chemische oder sog. objektive Farben.

Die Pigmente des Vogelgefieders sind verhältnismässig wenige und werden durch folgende charakteristische Farbstoffe hervorgerufen: Ein schwarzer von Bogdanow Zoomelanin genannter Farbstoff, der nach diesem Forscher wahrscheinlich mit dem Melanin der Choroidea des Wirbeltierauges identisch ist, — ein brauner, Zooxanthin, — drei rote: das Zooërythrin, weit verbreitet (Flamingo, Ibis, Kardinal, rote Trogons und Kakadus) und mit dem von von Wurm aus der Reihe des Birk- und Auerhahnes als Tetraoerythrin, von welchem das Rot der Papageien (Ararot) vielleicht bloss eine Modifikation ist, dargestellten Farbstoff übereinstimmend, das nur wenig verschiedene Zoorubin*) im Gefieder des Königsparadiesvogels und das Turacin an den roten Teilen der Schwungfedern der Bananen- oder Pisang-

*) Das Rot von Ithaginis hat ein anderes Spektrum und ist wohl ein anderer Farbstoff.

fresser, — das gelbe bis grüngelbe Zoofulvin*) und das eisenreiche Turakoverdin ausschliesslich in den grünen Teilen des Gefieders der Bananenfresser.

Häufig genug kommen verschiedene dieser Pigmente in einer Feder vor und entweder auf einzelne Stellen derselben lokalisiert oder in ihrem grössten Teile gleichmässig verstreut. Dabei können in den Barten verschiedene Pigmente neben oder, was häufiger ist, über einander liegen. So entsteht Dunkelrot, wenn sich unten ein schwarzes, oben ein rotes befindet; Orange, wenn die untere Lage rot, die obere aber gelb ist; Grün, wenn Schwarz und Gelb sich neben oder über einander legen. Die verschiedenen Verhältnisse, in welchen verschiedene Farben in einer Feder zugleich auftreten, bedingen selbstverständlich eine sehr grosse Mannigfaltigkeit der Tinten und Nuancen.

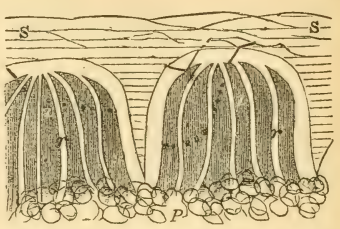
Der feinere Bau der Federn in Beziehung zu ihrer subjektiven Färbung ist namentlich von Gadow genauer untersucht worden. Diese Färbungen beruhen immer auf ganz besonderen Strukturveränderungen in den Gewebsteilen der Federn und werden gelegentlich auch noch durch die Gegenwart von Pigmenten modifiziert. Rote, braune und schwarze Federn (letztere wenn sie nicht schillern!) zeigen keine besonderen Eigentümlichkeiten in der mikroskopischen Struktur. Anders die gelben, grünen, blauen und violetten. In den gelben und grünen Federn findet sich zwischen einer durchsichtigen Scheide von Hornzellen mit platter Oberfläche und dem aus Zoofulvin allein

*) Krukenberg unterscheidet noch Coriosulfin und Picosulfin, das beim Grünspecht vorkommt. Das Zoosulfin ist viel lichtbeständiger als das Zooerythrin und ist wahrscheinlich auch der Farbstoff des Eidotters.

oder aus diesem und Zoomelanin bestehenden Pigmentschicht ein System feiner Risse, Furchen oder Linien und Grübchen. Je regelmässiger bei gelbpigmentierten Federn jene Furchen über den Schaft und die Fläche der Barten verteilt und je paralleler sie zu einander verlaufen, desto mehr zieht das Grün ins Gelb. Da wir aber kein grünes Pigment aus Vogelfedern kennen als nur bei den Bananenfressern, so können wir nicht entscheiden, wie Gadow richtig bemerkt, ob das Grün durch den feinen Bau direkt zu stande kommt, indem die gelben Farbenstrahlen durch selbigen entsprechend brechen, oder ob jenes System von Furchen etwa das Licht blau bricht und dass nun diese Farbe sich mit den vom Pigment kommenden gelben Strahlen mischt, und so beide zusammen, eine objektive und eine subjektive Farbe, dem Auge als Grün erscheinen. Gadow hält das erstere für wahrscheinlicher.

Blaue oder violette Pigmente sind aus Vogelfedern, so oft diese auch namentlich die erstere Färbung zeigen, noch nicht bekannt. Solche Federn enthalten vielmehr ein gelbliches bis schwarzbraunes Pigment und erscheinen bei durchfallendem Lichte auch so gefärbt und erst beim auffallenden blau, aber dieses Blau ändert sich nicht nach der Stellung des Auges des Beschauers. Auch ist keine Vogelfeder zugleich oben und unten blau, sondern nur oben, sowie auch keine unten schillert. Die Strukturverhältnisse, durch welche die subjektiven Farben zu stande kommen, gehören lediglich der dem Betrachtenden des lebenden Vogels zugänglichen Oberseite an. So auch der höchst eigentümliche Bau, welcher die blaue Farbe bei Vogelfedern bedingt.

Bei derartigen blauen Federn liegt an der Oberfläche eine gleichmässige, ziemlich dicke Schicht farbloser Hornsubstanz (S). In diese hinein erheben sich prismatische gleichfalls farblose Zellen (Z) mit polygonalem Durchschnitt, welche mit ihrem Basalteile in der Pigmentlage (P) stecken und auf der Aussenseite mit einem System äusserst feiner ($0{,}0006$ mm breiter) Längslinien (r) oder Ritze bedeckt sind, welche indessen nicht gerade verlaufen, sondern unregelmässig geschlängelt sind. Ob jenes System von Längsritzen die einzige Ursache der blauen Farbe ist, erscheint zweifelhaft, sehr wahrscheinlich werden sowohl die durchsichtige Hornschicht, als auch die prismatischen Zellen selber, die von dem darunter gelegenen Pigment ausgehenden Farbenstrahlen beeinflussen und die Wellenlänge des Gelbes der Zoofulvinlage zu Blau verkürzen. Jedenfalls handelt es sich dabei um einen recht komplizierten physikalischen Vorgang.



Zwei prismatische Zellen *(Z Z)* aus einer blauen Feder.

P Braune Pigmentschicht. *S S* Oberflächliche Hornschicht. *r r* Lichtstrahlen ablenkende Längsritze auf den prismatischen Zellen.

Wird der feine Bau der farblosen Oberschicht der blauen Federn eines Aras oder einer *Artamia* auf mechanischem Wege, z. B. durch Walzen oder Hämmern, zerstört, so verschwindet, wie zu erwarten, die blaue Farbe sofort und bloss die ursprüngliche bräunliche des Pigments bleibt zurück. Nach einer Mitteilung des Prinzen Max von Wied soll sich das prachtvolle Blau der Federn

von *Cotinga cincta* in Orangegelb verwandeln, wenn man den Balg über einem Kohlenfeuer erhitzt. Ich habe mit einzelnen Federn dieses Vogels den Versuch gemacht, es ist mir aber jene Überführung des Blau in die komplementäre Farbe nicht gelungen. Unmöglich erscheint nach den eben mitgeteilten Untersuchungen von Gadow die Sache von vornherein keineswegs.

Die Gadowschen Untersuchungen scheinen mir sehr beachtenswert und vielleicht können sie zum Ausgangspunkte eines besseren Verständnisses eines Teiles der so überaus merkwürdigen Verfärbung des Gefieders (s. w. unten) dienen. Wenn z. B. grüne Federn ohne Mauser gelb werden, so lässt sich ganz leicht denken, dass mit dem Bau der oberhalb der gelben Pigmentschicht gelegenem Teile der Feder eine mechanische Veränderung vor sich gegangen ist, wodurch die Möglichkeit der Ablenkung des Gelb in Grün hinfällig wird u. s. w. Jedenfalls ist hier noch ein interessantes Untersuchungsfeld offen, das freilich ein ausschliesslich zoologisch gebildeter Forscher weniger erfolgreich bebauen wird, als ein dabei und in höherem Grade physikalisch gebildeter.

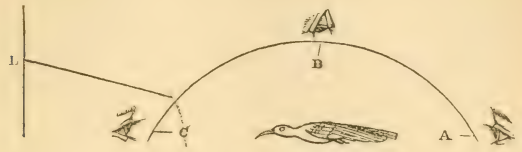
Bei stark wie lackiert glänzenden bunten Federn (blaue z. B. bei *Irene,* gelb beim Goldfasan u. s. w.) ist die betr. Farbe meist auf die *rami* beschränkt, welche dabei oft verbreitert sind und der *radii* und *radioli* entbehren. Auch lokale Verschmelzungen solcher *rami* kommen gelegentlich vor, ja werden an gewissen Federn einer Reihe von Vögeln eine normal in verschiedenem Umfange auftretende Erscheinung, wie wir weiter unten sehen werden. Erwähnenswert betreffs der objektiven Farben

ist vielleicht noch die Thatsache, dass dunkle Farben, wie es scheint, die Feder widerstandsfähiger gegen Abnutzung machen. Hierfür sprechen wenigstens Thatsachen, welche man besonders an gebänderten, durch Mauser verloren gegangenen Federn, z. B. von Raubvögeln, machen kann. Bei einer solchen ist der Rand der Barte in den hellen Teilen viel stärker abgenutzt und der Zusammenhang der Äste unter sich viel mehr gelockert als an den dunkeln.

Die subjektiven, physikalischen oder metallischen Farben (Schiller) beruhen auf Interferenzerscheinung. Die diese veranlassenden bekannten dünnen Plättchen werden in dem vorliegenden Falle durch äusserst dünne, sich dachziegelartig deckende, auf die Oberseite der wimperlosen Nebenstrahlen beschränkte Plättchen dargestellt. Federn mit irisierender oder metallisch glänzender Unterseite sind, wie erwähnt, nicht bekannt.

Gadow hat (l. c.) auch die Verhältnisse und Umstände des metallisch Schillerns der Vogelfedern einer sehr gründlichen Untersuchung unterworfen und folgendes konstatiert: Wenn wir fast parallel zur Oberfläche einer irisierenden Feder sehen, so erscheint sie schwarz und es ist dabei gleichgültig, ob sie sich zwischen unserem Auge und der Lichtquelle oder ob jenes sich zwischen dieser und der Feder befindet. Bewegen wir unser Auge von A nach C in der Richtung der Pfeile, so sehen wir nach und nach alle metallischen Farben erscheinen, welche eine Vogelfeder überhaupt entwickeln kann. Diese Farben folgen sich nicht aufs Geratewohl, sondern beginnen je nach Lage der Feder und Stelle der Lichtquelle (L) z. B. an der Rotseite des Spektrums mit Metallischrot, gehen

durch Gold, Goldgrün zu Grün u. s. w. bis zu Violett am anderen Ende des Spektrums. Eine bei nächster Lage nach A zu blau erscheinende Feder kann nur in



Violett changieren, eine grüne in Blaugrün, Blau und Violett u. s. w. Nur selten zeigt eine Feder mehr als die Farbenskala des halben Spektrums, so hört eine bei A kupferrote Feder meist bei B mit Grün auf, eine violett glänzende kann nur noch schwarz werden u. s. w. Eine metallisch glänzende Feder kann, abgesehen von Schwarz, sich in ihren Farben nur innerhalb der Skala des Spektrums bewegen, aber niemals grau oder braun erscheinen.

Ein etwas abweichendes Verhalten zeigen nach Altum*) gewisse metallische Federn, z. B. die im Schwanze der Elster. Dieselben sollen auch ohne gegen das Licht gewendet zu werden, also ohne Veränderung des Einfallswinkels der Strahlen, schillern, und zwar an der freien Spitze bläulichgrün, dann grün, goldgrün, gelbgoldig, orangerot und violett an der Wurzel, so dass die extremen Farben des Spektrums (rot und violett) wie in den sog. Newtonschen Farbenringen neben einander liegen.

*) Naumannia 1853. Mir standen bis jetzt noch keine frisch getöteten Elstern zur Verfügung und bei lange in Sammlungen aufbewahrten lässt sich die Sache nicht mehr nachweisen.

Metallisch schimmernde Federn sind in der Vogelwelt sehr ungleich verteilt: bei Raubvögeln kommen sie gar nicht vor, bei Papageien sind sie äusserst, bei Wad- und Schwimmvögeln ziemlich selten, auch bei Singvögeln erscheinen sie nicht sehr verbreitet; werden bei Tauben, Kuckucksvögeln und Hühnern häufig und bei der Mehrzahl der Langschwinger (Kolibris im männlichen Geschlecht) zur Regel. Eine bemerkenswerte Thatsache ist es, dass die subjektiven Farben dem Einflusse der Domestikation in weit höherem Masse entzogen sind, als die objektiven.

Von den Federpigmenten ist noch zu erwähnen, dass die körnigen bedeutend widerstandsfähiger gegen den Einfluss des Lichtes sind, als die diffusen und viel weniger leicht ausbleichen. In manchen Fällen ist ein gewisser Zusammenhang der diffusen Federpigmente mit dem Unterhautfett *(paniculus adiposus)* unverkennbar, so ganz besonders beim Flamingo, dessen Fett den nämlichen roten Farbstoff enthält wie das Gefieder. Die Farbe der einzelnen Individuen dieser Vögel ist von verschiedener Intensität, auch die eines einzelnen Vogels nach Jahreszeit, Zustand der Ernährung u. s. w., was mit der jeweiligen Beschaffenheit und Menge des Unterhautfettgewebes zusammenhängt.

Bekanntlich kann die Farbe der Vögel durch die Nahrung, besonders durch das Verabreichen organischer Farbstoffe, künstlich verändert werden. Stieglitze, Zeisige u. s. w., welche ausschliesslich sehr fettreiches Futter (Hanfsamen, Rübsen) erhalten, neigen zum Melanismus. Südamerikanische Indianer sowohl wie Malayen verstehen die Kunst des sog. Tapanierens, d. h. die Farbe der Vögel, speziell der

Papageien, zu verändern, besonders von Grün in Gelb. Wahrscheinlich geschieht dies zufolge besonderer Nahrungsmittel und dürften die Angaben, dass die Umfärbung durch das Einreiben der gerupften Hautstellen mit besonderen Substanzen (Drüsensekrete von Baumfröschen) vor sich ginge, in das Reich der Fabeln zu verweisen sein. In neuerer Zeit haben Lauener*) und Sauermann Untersuchungen über künstliche Färbung der Vögel angestellt, denen wir das Folgende entnehmen: Lauener verabreichte jungen Kanarienvögeln, sobald sie anfingen selbständig zu fressen, in ihrem Futter besten pulverisierten Cayennepfeffer und steigerte die Quantität desselben von Tag zu Tag, sodass schliesslich eine Messerspitze voll auf jeden Vogel kam. Nach etwa zwei Wochen machte sich der erste Erfolg, und zwar am Epithel der Beine und des Schnabels, bemerkbar, welche lebhaft fleischrot erschienen, an den Federn war noch nichts zu verspüren. Die Mauser vollzog sich normal, jede neu hervorspriessende Feder zeigte orangerote Färbung namentlich an Brust, Bauch und Rücken, während die Schwung- und Steuerfedern strohgelb blieben. Der eine Vogel wurde dann nicht weiter mit Paprika gefüttert, behielt aber sein orangerotes Kleid bis zur nächsten Mauser. Das neue Federkleid war bedeutend blasser und nur an Brust und Bürzel zeigten sich noch Spuren der abnormen Färbung, die aber mit der folgenden Mauser auch verschwanden. Ein anderer Vogel wurde fortgesetzt mit Cayennepfeffer gefüttert und erhielt nach der zweiten Mauser ein prachtvoll orange-

*) Vergl. „Geflügelbörse", 11. Jahrgang Nr. 44 vom 29. Oktober 1890.

rotes Federkleid, auch die Federn des Schwanzes und der Flügel verfärbten sich etwas.

Sauermann experimentierte ausser mit Kanarienvögeln auch noch mit weissen Italiener-Hühnern. Zufolge seiner Beobachtungen bleibt, wie zu erwarten, das Gefieder der mit Paprika gefütterten Vögel nach der Mauser gefärbt, auch wenn man während des ganzen Winters keinen Cayennepfeffer nachfüttert. Feuchte warme Luft begünstigt die Färbung, während Kälte und direktes Sonnenlicht sie nachteilig beeinflussen. Die wesentlichen hier in Betracht kommenden Bestandteile des Cayennepfeffers sind Piperin (8—10 Proz. der Gesamtmasse), alkoholisches Extrakt (27 Proz., meist Triolein) und der rote Farbstoff, das Kapsicin (4 Proz.). Wurde das Kapsicin allein verfüttert, wodurch grössere Mengen von Farbstoff zugeführt werden konnten, so färbte sich das Gefieder der Kanarienvögel seltsamer Weise nicht, wie eine über drei Jahre sich erstreckende Reihe von Versuchen zur Genüge darthat.

Die weissen mit der ganzen Paprikamasse gefütterten Italiener-Hühner zeigten an der Brust schon am zehnten Tage nach begonnener Fütterung einige gelbrote Federn, wurden bald darauf in weiterem Umfange und intensiver rot, während sich zugleich die Schwungfedern zweiter Ordnung ebenso färbten. Nachdem das Wachstum sämtlicher Federn vollendet war, erschien eins der Versuchshühner an Brust und Spiegel rot, am sonstigen Gefieder gelbrot. Bei den anderen vollzog sich die künstliche Färbung nur mangelhaft oder auch gar nicht. Wahrscheinlich liegen dieser Aufnahme des Farbstoffes Beziehungen zur Beschaffenheit des Fettes einmal des

tierischen Körpers, dann aber auch des Cayennepfeffers selbst zu Grunde. Für die letztere Annahme spricht die erwähnte Thatsache, dass das reine Kapsicin ohne Trioleïn sich nicht zum Färben eignete, sowie anderweitige noch von Dr. Sauermann mit Anilinfarben an Vögeln vorgenommene Fütterungsversuche. Wurden diese Farben einfach in Wasser oder in Natronlauge aufgelöst verabreicht, so trat keine Verfärbung der Federn ein, „als aber Tauben mit Methyleosin in verdünntem Glycerin gefüttert wurden, sah man die Federn zart rosa gefärbt".

Diese äusserst interessanten Versuche verdienen Wiederholung und Erweiterung. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass eine Anzahl Erscheinungen der Verfärbung, welche während der Mauser auftreten, auf Veränderungen in der Art des Futters zurückzuführen sind.

Die Verfärbung des Gefieders der Vögel ohne Mauser, also die Verfärbung einer völlig ausgebildeten Feder, muss sich natürlich unabhängig von den physiologischen Vorgängen im Körper des Trägers vollziehen, denn eine solche Feder ist dem Stoffwechsel entzogen und ein totes Etwas. Dass Kapillarität dabei im Spiele wäre, dass etwa gewisse Flüssigkeiten oder gar etwa Gase aus der Haut oder dem Unterhautgewebe in die Kiele und von da weiter in die übrigen Teile der Federn aufsteigen, erscheint äusserst unwahrscheinlich. Mir sind Verfärbungen völlig ausgebildeter Federn nur in folgender Weise bekannt: entweder es geht eine dunklere Farbe (z. B. schwarz oder grün) in eine hellere (z. B. orange oder gelb) über und zwar vom Rande der Feder nach innen (bei sehr vielen Vögeln), oder eine am Rande oder an der Spitze helle

sonst dunkle Feder wird nach und nach ganz dunkel. Im ersteren Falle gehen, wie oben schon angedeutet, Veränderungen in der Feder (Ausbleichen von Pigmenten, Veränderungen der Struktur und dadurch des Refraktionsvermögens) vor sich, im letzteren wird der distale Endteil einfach abgetragen und abgenutzt.

Die Verteilung der Farben an den einzelnen Federn ist zwar sehr mannigfach, doch findet sie am häufigsten in Gestalt von Querbinden, Randsäumen oder zentralen bis zur freien Spitze reichenden runden oder länglichen (Tropfen) Flecken statt. Abgesehen von den Schwungfedern sind meist beide Bartenhälften einer Feder gleich oder ähnlich gefärbt und zwar mit Inbegriff des die Mitte einnehmenden Schaftes. Selten ist eine runde Fleckenzeichnung auf nur einer Hälfte der Fahne. Über die Übergänge von Binden in Flecken u. s. w. vergleiche man Darwin.

Die Farbenanordnung am ganzen Gefieder der Vögel ist bis jetzt auf ihre inneren Gründe hin nur wenig studiert. Im Ganzen scheinen geschlechtliche und nachahmende Zuchtwahl (oft beide zugleich und mit merkwürdiger entsprechender Verteilung der Farben), sowie der Wärmeschutz massgebend zu sein*). Alle wilden (nicht domestizierten) Vögel zeigen im ausgewachsenen Zustande eine symmetrische Verteilung der Farben auf die rechte und linke Seite. Nicht selten sind dieselben entsprechend den Fluren angeordnet. Besonders häufig

*) Die Bedeutung der Farben der Vögel wird, als nicht in den Rahmen dieses Abschnittes des vorliegenden Buches fallend, bei einer späteren Gelegenheit ausführlicher behandelt werden.

zeichnen sich der Scheitel, die Kehle und der Bürzel, sowie Schwung- und Steuerfedern durch besondere Färbungen aus, welche namentlich bei letzteren beiden in oft bedeutsamen Beziehungen zu einander zu stehen scheinen. Ein gewisses korrelatives Verhältnis zwischen Schwung- und Steuerfedern der Vögel ist unverkennbar und nicht bloss, was die Farbe angeht.

Diese gegenseitigen Beziehungen können einmal sozusagen auf gemeinsamen, verhältnismässig erst modernen Anpassungen von Flügel und Schwanz an eine gemeinsam auszuführende physiologische Leistung, auf dem Flug, beruhen. Bei ausgezeichneten Fliegern mit langen spitzen Flügeln ist z. B. der Schwanz meist gegabelt u. s. w. Die Ähnlichkeiten in der Färbung von Schwung- und Steuerfedern sind äusserst merkwürdig und lassen sich am besten an einer Reihe von Beispielen (aus hunderten nur wenige) erörtern. Man betrachte eine Schwung- und eine Steuerfeder von 1) *Merops erythropterus:* beide sind gleich gelbbraun, vor der Spitze mit einer schwarzen Binde, während bei beiden die Spitze wieder gelblich erscheint; 2) *Pteruthius rufiventris* ♂*:* beide Arten von Federn nur in der Grösse und etwas in der Form verschieden, schwarz mit rotbrauner Spitze; 3) *Procnias tersa:* beide Federarten schwarz mit lasurblauem Aussensaum; 4) *Pericrocotus brevirostris* ♀*:* Schwanzfeder schwarz mit chromgelbem Aussensaum, Schwungfeder schwarz mit breiter chromgelber Querbinde; ♂ statt chromgelb zinnoberrot. Auch die *Trochalopteron*-Arten bieten auffallende Beispiele. Es sei noch einiger einheimischer Vögel in dieser Beziehung gedacht: z. B. beim Wiedehopf sind Schwung- und Steuerfedern

schwarz mit breiter weisser Querbinde, welche sich an den Schwanzfedern entlang des Aussenrandes nach hinten und vorn verlängert. Interessant sind namentlich die Farbenverteilungen an den Schwung- und Steuerfedern der Heher. Bei nordamerikanischen Formen ist das ganze Gefieder blau, die Federn des Schwanzes und der Schwingen mit schwarzen Querbinden. Bei den Formen des Himalaya tritt die Blaufärbung in der Befiederung des Rumpfes u. s. w. zurück, hält sich aber in den Schwung- und Steuerfedern mit schwarzen Querbinden. Unser gewöhnlicher Eichelheher hat nur die Flügeldeckfedern noch blau und schwarz über quer gebändert, aber an den eigentlichen Schwungfedern lassen sich doch noch die Reste dieser Zeichnung nachweisen. Die Steuerfedern erscheinen, soweit sie sichtbar sind, schwarz, verfolgt man sie aber bis unter das Bürzelgefieder, so findet man auch hier die Spuren jener Querbänderung von schwarz und blau.

Das sind merkwürdige und bedeutungsvolle Übereinstimmungen, die nicht bloss verraten, dass Schwung- und Steuerfedern im allgemeinen homologe Bildungen sind — das sind alle Federn —, sondern die zu beweisen scheinen, dass gerade zwischen jenen beiden Federarten noch ein innerer, näherer genetischer Zusammenhang besteht, ein Zusammenhang, der auf uralte Eigentümlichkeiten im Bau der Wirbeltiere zurückweist. Die horizontalen wie die vertikalen Gliedmassen der Wirbeltiere gehen aus Leisten hervor, von denen die horizontale als Wolffsche bekannt genug ist. Oft treten, wenn Anpassungen es erfordern, Rückschläge in der Richtung der Wolffschen Leiste auf, nicht bloss die beiden Extremitätenpaare sind vorhanden,

sondern Hautsäume vom Hals zum Arm, vom Arm entlang des Rumpfes zum Schenkel, von diesem entlang des Schwanzes, so bei *Galeopithecus* unter den Säugetieren. Meistens tritt dieser Hautsaum nicht lückenlos in seiner ganzen ursprünglichen Länge auf, es fehlen in der Regel entweder der Abschnitt zwischen Hals und Arm, oder der zwischen Schenkel und Schwanz, oder beide zugleich. Solche Rückschläge treten uns entgegen in dem Patagium und in der Achselfalte der Vögel, in der Flughaut der Fledermäuse und Pterodactylier, in der seitlichen Fallschirmhaut von fliegenden Eichhörnchen und Beutelflatterern, in (und zwar durch falsche Rippen gestützt) der Rumpfseitenhaut von *Draco volitans* und seinen Gattungsgenossen, im Seitensaum mancher Geckoniden. Am merkwürdigsten bei *Ptychozoon homalocephalon* von Java, wo nicht nur eine breite Hautfalte an jeder Rumpfseite vorhanden ist, sondern Ober- und Unterarm, Ober- und Unterschenkel, sowie sämtliche Finger und Zehen gesäumt sind. Auch am Schwanze zeigt sich die Falte und zwar sehr merkwürdig in den vorderen zwei Dritteln seiner Länge metamerisch, den Wirbeln entsprechend eingeschnitten. Sogar der Mensch besitzt in der Spannhaut zwischen den Fingern, sowie in den Achselhöhlenfalten Reste jener uralten Leiste.

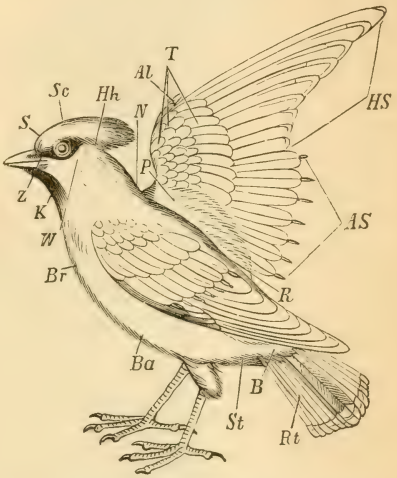
Wir können hier keine weiteren Einzelheiten entwickeln, nur so viel sei gesagt, dass der Aussenrand dieser Hautfalte auch die Stelle war, wo die Vorläufer der Schwung- und Steuerfedern ihren Ursprung nahmen. Hierdurch traten sie sich sozusagen genetisch näher, ihre homologen Beziehungen nahmen zu, das korrelative Ver-

hältnis zu einander wurde inniger, als ihr Verhältnis zu den übrigen Federn. Das spricht sich in jenen Fällen homologer Färbung deutlich aus, jene Ähnlichkeiten sind kein Zufall, sie sind vielmehr der Ausdruck gleichen Ursprungs der Federn, wie sie es bei so vielen Fischen an den oft sehr abweichend von dem übrigen Körper, aber unter sich gleich gefärbten horizontalen und vertikalen Flossen sind. Noch ein Beispiel mag diese Behauptung erhärten. Bei dem europäischen Seidenschwanz sind bekanntlich die Schäfte der Armschwingen an den Spitzen zu siegellackroten Plättchen verbreitert, das vordere Ende des Bartenteiles der grossen Schwungfeder ist gelb. Die Steuerfedern haben gleichfalls gelbe Spitzen, aber eine Verbreiterung der Schaftspitze fehlt normaler Weise. Es giebt indessen einzelne Individuen, wahrscheinlich in der Regel sehr alte Männchen, bei denen auch an den Federn des Schwanzes abnormer Weise jene roten Plättchen auftreten. Diese Erscheinung ist vollkommen unerklärlich, wenn wir nicht einen genetischen Zusammenhang annehmen, der zwischen den Schwung- und Steuerfedern tiefer und inniger ist, als zwischen diesen und den übrigen Federn des Vogels. Auch die Entwickelung der Federn am Flügel und am Schwanze des *Archaeopteryx* gewinnt von diesem Gesichtspunkte aus an Bedeutung.

Auf die Anordnung, das Wesen und die Entstehung der Federn der Vogelflügel wollen wir jetzt noch einen Blick werfen*).

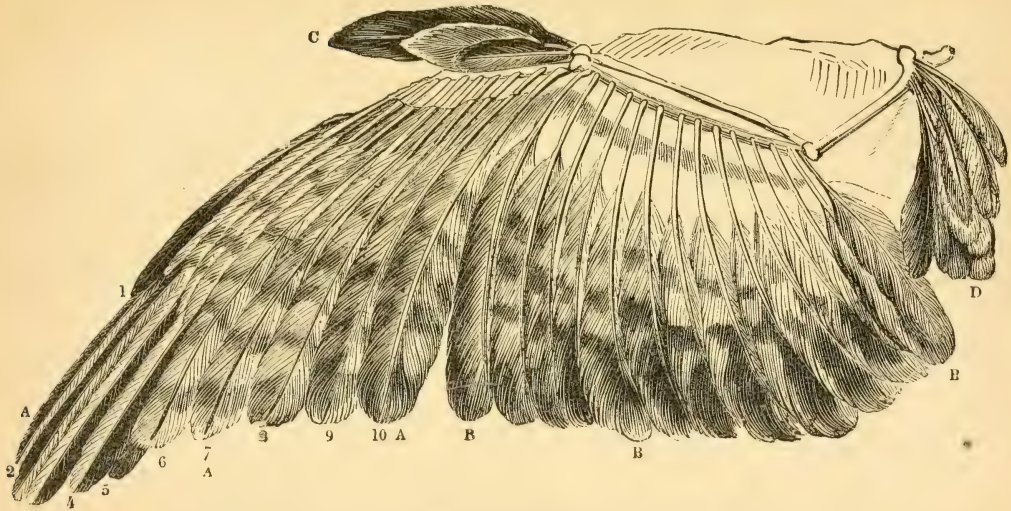
*) Vergl. Sundevall, „Über die Flügel der Vögel", Journal f. Ornithologie, III. Jahrg., pag. 118; Wray, R. S., „On some points in the morphologie of the wings of birds", Proceed. Zoolog. Soc. London 1887, pag. 343; Gadow, H., „Remarks on the Numb. and on the phylogen. Develop. of remiges of Birds", ebenda 1888, pag. 655.

Man kann zunächst die Schwungfedern nach den Skeletteilen, mit denen sie in Verbindung treten, in zwei Gruppen teilen: solche, welche an knöcherne Teile der Hand befestigt sind, die Handschwingen oder Schwingen erster Ordnung *(remiges primores s. metacarpo-digitales)*, und solche, welche sich an die Elle anhaften, die Armschwingen oder Schwingen zweiter Ordnung *(remiges cubitales s. secundarii)*. Die Schwungfedern zählt man vom Handgelenk aus, und zwar die Handschwingen nach aussen nach der Spitze des zweiten Fingers zu, die Armschwingen nach innen nach der Schulter zu,



Die Regionenbezeichnungen des Vogelgefieders.
S Stirn — *Sc* Scheitel — *Hh* Hinterhaupt — *Z* Zügel — *W* Wange — *N* Nacken — *R* Rücken — *K* Kehle — *Br* Brust — *Ba* Bauch — *St* Steiss — *B* Bürzel — *Rt* Die den Schwanz bildenden Steuerfedern — *HS* Schwungfedern erster, *AS* zweiter Ordnung (Hand- und Armschwingen) — *T* Deckfedern — *P* Schulterfittich — *Al* Eck- oder Afterflügel. (Nach Reichenbach-Claus.)

denn im Falle Schwungfedern überhaupt in Wegfall kommen, so geschieht dies mit wenig Ausnahmen distal am Ende der Hand oder proximal am Innenende der ganzen Federreihe. Fast immer, mit Ausnahme der Flamingos, der Hühner-, Sperlings- und einiger Kuckucksvögel, fehlt die



Flügel des Bussards.

A A A (1—10) Schwingen erster, *B B B* Schwingen zweiter Ordnung — *C* Alula — *D* Schulterfedern — *1 Remiculus.*

fünfte Armschwinge, wie sich aus der Gegenwart der oberen und unteren entsprechenden grossen Deckfedern ergiebt (s. w. u.).

Von den Schwungfedern erster Ordnung verbinden sich 6, die *metacarpales* (1—6), mit dem Metakarpus; 5, die *digitales* (7—11), mit Fingerabschnitten und zwar der 7. *remex digitalis* als *addigitalis* mit der ersten Phalange des dritten Fingers, zwei (8 und 9) als *mediodigitales* mit der ersten und zwei (10 und 11) als *praedigitales* mit der zweiten Phalange des zweiten Fingers; der elfte, *remex praedigitales,* der stets sehr klein ist, heisst auch *remiculus.* Die Armschwingen stehen zur Elle meist in einem nahezu rechten Winkel, die Handschwingen in solchen Winkeln, welche nach dem Flügelende hin immer stumpfer werden, sodass der *remiculus* mit seinem Kiel fast eine direkte Verlängerung des zweiten Gliedes des zweiten Fingers erscheint.

Die übrigen Federn des Vogelflügels heissen die Deckfedern *(tectrices),* und zwar giebt es auf der Oberseite gelegene obere *(t. superiores)* und auf der Unterseite befindliche untere *(t. inferiores)* Deckfedern. Sie folgen als grosse, mittlere, kleinere und als Randdeckfedern, sich dachziegelartig deckend auf die Reihe der Schwungfedern bis zum Vorderrand des (ausgespannten) Flügels. Die auf die Schwungfederreihe zunächst folgende Reihe ist die der oberen Deckfedern *(tectrices majores superiores),* welche sich mit ihren Spulen dicht an diejenigen der Schwungfedern anlegen, und zwar kreuzen sich die Spulen mit denen der Armschwingen, verlaufen aber parallel zu denen der Handschwingen. Ausserdem stehen die Schwung-

und diese Deckfedern alternierend zu einander, sodass sich immer die Spitze von einer der letzteren auf den Vorderrand einer der ersteren legt.

Jeder Handschwungfeder entspricht eine wohl entwickelte grosse obere Deckfeder, mit Ausnahme der ersten, bei der die entsprechende nur ganz klein und rudimentär ist und bei manchen Vögeln von der ersten äusseren Deckfeder der nächstfolgenden mittleren Reihe vollkommen ersetzt wird.

An der Stelle, wo die fünfte Armschwinge liegen sollte, findet sich, wie erwähnt, meist nur eine entsprechende obere und untere Deckfeder der ersten Reihe, dieser Zustand heisst mit einem ganz schlecht gebildeten Worte *„aquinkubital“* und scheint, wie wir sahen, bei den meisten Vögeln normal zu sein, mit Ausnahme der Flamingos, Sperlings-, Hühner- und einiger Kuckucksvögel, welche sich des Besitzes einer fünften Armschwungfeder erfreuen und daher *„quinkubital“* sind. Doch giebt es auch sonst noch allerlei Ausnahmen selbst bei verwandten Vogelformen: so sind die Ziegenmelker *aquinkubital*, die Segler aber *quinkubital*.

Auf der Oberseite der Flügel folgt nach dem Aussenrande hin auf die Reihe der grossen Deckfedern zunächst die der mittleren, von denen die der zweiten Handschwungfeder entsprechende in der Regel fehlt. In der entsprechenden Reihe der mittleren Deckfedern der Unterseite fehlen meist die äusseren, der 7. bis 11. Handschwungfeder entsprechenden 4—5, bei manchen Vögeln sind sie in diesem ganzen Flügelabschnitte überhaupt zurückgetreten.

Auf den ersten Anblick haben die grossen und mittleren Deckfedern der Unterseite eine befremdliche abnorme Stellung. Man würde erwarten, bei Betrachtung der Unterseite eines völlig ausgebildeten Vogelflügels ihre Oberseite zu erblicken. Sundevall, welcher diese Federn verkehrte Deckfedern *(tectrices aversae)* nannte, suchte das so zu erklären, dass er sagte, es seien diese Federn eigentlich Afterschäfte, neben denen ihr Hauptschaft nicht entwickelt sei. R. S. Wray, der ausserdem beim Fasan einen normal entwickelten wahren, wenn auch kleinen Afterschaft an diesen Federn nachweisen konnte, giebt für die Erscheinung eine sehr plausible Erklärung. Ursprünglich lagen diese beiden Federreihen dorsal auf der Oberseite des Flügels noch vor den Randdeckfedern. Als aber zufolge der gesteigerten Entwickelung der Schwungfedern und grossen oberen Deckfedern ein häutiger Flugsaum am vorderen Rande der Armgliedmasse sich bildete, wurden sie nach unten geschoben und gedrängt, und es erfolgte dann noch eine weitere ungleichmässige Entwickelung, indem die so nach unten verschobenen Schuppenreihen ihrerseits auch stärker wuchsen als die Randschuppen (jetzt Randdeckfedern), welche im Wuchse zurückblieben.

Dieses theoretisch Behauptete hat Wray empirisch nachgewiesen durch die Untersuchungen von Querschnitten durch die Flügel von Vogelembryonen verschiedenen Alters (die Querschnitte fallen zwischen die erste und zweite Armschwungfeder). Beim Vogelembryo erscheinen die ersten Federspuren auf der dorsalen Seite des Flügels, woraus man entnehmen darf, dass diese Epidermoidalgebilde

auch im phylogenetischen Entwickelungsgang zuerst auftraten. Zuerst erscheinen die Anlagen der Schwungfedern und der vor ihnen gelegenen grossen Deckfedern, welche von Anfang an ein beschleunigtes Wachstum haben, sodass namentlich die Schwungfedern sich schon auf der frühesten Stufe ihrer Entwickelung gegen die übrigen Federanlagen auf dem Flügel deutlich unterscheiden. Anfangs ist der Querschnitt durch die Flügel des Vogelembryos noch nahezu rund und noch keine Spur des vorderen häutigen Flugsaumes bemerkbar. In dieser Zeit liegen die grossen und mittleren unteren Deckfedern noch deutlich auf der Oberseite. Sehr bald aber werden sie durch das so äusserst beschleunigte Wachstum der nach hinten zunächst folgenden ursprünglichen dorsalen Federreihe mehr und mehr an den Flügelrand und um diesen herum nach unten gedrängt.

Alle bis jetzt erwähnten Federn stecken in dem häutigen Flugsaum *(ala membrana)*, welcher zufolge des raschen Wachstums der Schwungfedern zu stande kommt, die übrigen aber in der Haut, welche den muskulösen Teil des Flügels überdeckt oder in der vorderen Spannhaut *(patagium)*.

Auf der Flügeloberseite folgen auf die Reihe der mittleren Deckfedern noch fünf weitere, jene und sich selbst unter einander dachziegelartig deckende Federreihen, die auf dem Handabschnitt nur schwach vertreten sind. Sie alle zusammen sind die kleinen Deckfedern und finden sich auch auf der Oberseite des Oberarmes, wo Schwungfedern, sowie grosse und mittlere Deckfedern fehlen, und bilden hier eine Gruppe von sechs verlängerten Federn,

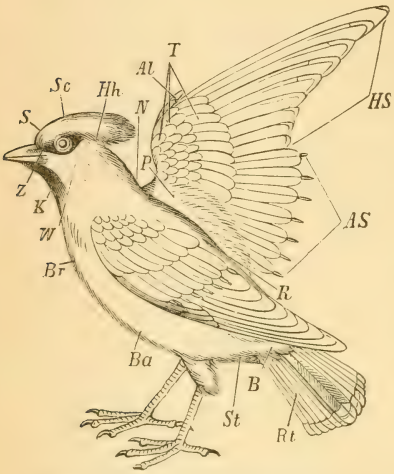
welche wie eine Fortsetzung der Schwungfedern des Unterarmes erscheinen, während die entsprechenden Federn der vor ihr gelegenen Reihe den Habitus grosser Deckfedern annehmen. Sie alle (Schulterfedern, *pennae humerales* gen.) bilden das, was Nitzsch als *„parapteron“* bezeichnete.

Eine weitere Gruppe von Federreihen bedeckt das Patagium von seinem Schulter- bis zu seinem Handwurzelende. Sie setzen sich nicht deutlich gegen die kleinen Deckfedern ab, können aber bei frischen Vögeln durch die etwas andere Wachstumsrichtung ihrer Kiele von jenen unterschieden werden. Es sind die Randdeckfedern *(tectrices marginales)*. Der freie Daumen der Vogelhand trägt Randdeckfedern und kleine Deckfedern, welche hier aber besonders entwickelt sind, wie vier kleine Schwung- mit den entsprechenden grossen Deckfedern erscheinen und zusammen das bilden, was man als Eckflügel *(alula* oder *ala spuria)* bezeichnet.

Bei mehrfarbigen Vögeln treten auf den Armschwungfedern sehr häufig lebhaftere Farben als auf den Handschwungfedern auf, was namentlich beim Flug sehr schön zur Geltung kommt, sich aber auch am zusammengeschlagenen Flügel zeigt und als „Spiegel“ bezeichnet wird. Von anderen Regionen des Gefieders unterscheidet man noch die Stirn (S), den Scheitel (Sc), das Hinterhaupt (Hh), die Zügel (Z), die Wangen (W), den Nacken (N), den Rücken (R), die Kehle (K), die Brust (Br), den Bauch (Ba), den Steiss (St), den Bürzel (B).

Es bliebe uns jetzt noch die Betrachtung der Entwickelung der Feder übrig. In derselben können wir drei Stufen unterscheiden, die aber alle mit einander in

engem Zusammenhange stehen, nämlich: Entwickelung des Erstlingsgefieders oder Jugend-Dunenkleides, Entwickelung des ersten vollständigen Federkleides, und drittens der sich regelmässig wiederholende Ersetzungsprozess der regelmässig verloren gehenden Federn, die Mauser.



Das Gefieder des Seidenschwanzes.

Bezüglich der beiden ersten Stufen folgen wir besonders den neuesten Darstellungen von Davies*), welche mir die auf breiteste Untersuchungen basierten und dabei deutlichsten zu sein scheinen.

Die Oberhaut eines fünftägigen Taubenembryos besteht aus zwei Schichten: einer oberen, aus abgeplatteten Zellen gebildeten, die sog. „Epitrichialschicht“, und darunter einer aus prismatischen Zellen oder wie man allgemein, aber fälschlich sagt, „Cylinderzellen“ zusammengesetzten dickeren und weicheren, die Schleimschicht. Zu derselben Zeit bemerkt man von aussen auf der Haut regelmässig angeordnete, winzig kleine weisse Fleckchen, welche, wie sich bei näherer Untersuchung herausstellt,

*) Davies, H. R., Morpholog. Jahrbuch Bd. XV, pag. 571 ff.

aus besonderen Zellgruppen der unter der Oberhaut oder Epidermis gelegenen Unterhaut oder Kutis bestehen. Neben dieser Anhäufung von Kutiszellen erscheinen auch die Zellen der Epidermis, besonders der Schleimschicht, verdickt, wenn auch zunächst noch nicht vermehrt. Diese Oberhautstellen verdicken sich mehr und mehr, indem nun zwischen der Schleimschicht und dem Epitrichium neue Zellen, Zwischenzellen oder Intermediärzellen, sich einschieben. Dabei wuchern auch die der untergelegenen Kutisstellen, schieben die Oberhaut vor sich her und bilden so gemeinsam mit dieser eine kleine Warze oder Papille. Die vordere nach der Kopfregion des Embryo zu gelegene Wand der Papille wächst nun schneller als die hintere, was zur Folge hat, dass sie nach hinten überhängt, und findet dabei an der Spitze eine raschere Zunahme der Zellen der Schleimschicht statt.

Hat die Krümmung der Papille nach hinten einen gewissen Punkt erreicht, dann hört das unregelmässige, bloss auf die vordere Seite beschränkte Wachstum der Papillenwand auf, sie wächst dann gleichmässig und rasch weiter, behält aber, eben weil sie fortfährt gleichmässig zu wachsen, die nach hinten überhängende Richtung bei. Innen vermehren sich auch die Kutiszellen und bilden unter Aufnahme von Schlingen der Haargefässe die *pulpa* der zukünftigen Feder. Auf diesem Punkte besteht also die Papille von aussen nach innen, 1) aus der Epidermis, zusammengesetzt aus dem Epitrichium, den Zwischen- (oder Intermediär-, auch Rund-) zellen und den Prismazellen der Schleimschicht, sowie den Kutiszellen der Pulpa mit den Kapillaren. Es scheint nun, als ob die Epitrichial-

schicht langsamer wüchse, als die darunter gelegenen Elemente der Oberhaut und der Kutis, und dadurch dem Wachstum dieser einen passiven Widerstand entgegensetzte. Demzufolge drückt sich der basale Teil der Papille in die Haut ein, er bildet gewissermassen einen Pfahl, der in einer Hautgrube sitzt. Das Epitrichium spannt sich über den Rand der Grube hinweg und tritt an den Pfahl und zwar an seiner vorderen Seite, von der übrigen Körperoberfläche her steil gespannt, während es sich an der hinteren, überhängenden ein klein wenig einsenkt.

Um den eingedrückten Grundteil des Federkeimes wird nun die Schleimschicht doppelt, indem sie von der übrigen Körperoberfläche kommend sich in die Grube einschlägt und deren Wandungen tapeziert, sich aber von ihrem Grund kontinuierlich auf die Aussenseite des Pfahles (der Pulpa) fortsetzt.

Aber auch im oberen Teile des Federkeimes vollziehen sich bedeutsame Veränderungen. Zunächst tritt eine Vermehrung der Zwischenzellen ein, aber nicht auf dem ganzen Umfange des Federkeimes gleichmässig, sondern in Gestalt von Streifen oder Leisten, die von oben aussen nach unten innen parallel zu einander laufen und ebensoviel parallele Furchen zwischen sich lassen. Die Oberfläche der Pulpa bildet hierzu das Negativ, entsprechend jenen Leisten hat sie Furchen und umgekehrt. Die obersten Vermehrungen der Zwischenzellen sind der älteste Teil der Leisten und diese wachsen zentrifugal durch Nachschub von unten. Zugleich erleidet die Pulpa in ihrem Baue Umbildungen: es lockert sich ihr Gewebe, das

ursprünglich aus ganz gleichartigen Zellen bestand, von ihrer Spitze aus fortschreitend nach unten, die Zwischenräume zwischen den Zellen erweitern sich, die eingedrungenen Kapillaren werden grösser und schliesslich besteht die pulpöse Masse aus einem Gewebe verästelter, durch zarte Ausläufer sich verbindende Kutiszellen und den stark erweiterten Kapillaren, sodass auf gewissen Stadien der Federkeim in seinem oberen Teil mit Blutkörperchen prall erfüllt erscheint.

Die aus Kutis, Schleimschicht und Zwischenzellen gebildeten Teile der Papille wachsen nun bei guter Ernährung rasch, aber das Epitrichium, das an derselben nicht teilnehmen kann, verhornt, bleibt im Wachstum zurück und kann schliesslich der von hinten drängenden Kraft des wachsenden Keimes nicht mehr widerstehen, zerreisst und fällt meist schon im Ei in Gestalt von Hornschüppchen ab, — eine Art Häutung, welche der Embryo durchzumachen hat. Vorher haben sich aber die obersten Zellen der Zwischenzellenschicht abgeplattet, sind verdünnt und bilden schliesslich verhornt die Federscheide. Es soll nun, wenn anders wir Davies richtig verstehen, die Schleimschicht, welche die aus Kutiszellen gebildete Pulpa überzieht, zwischen die aus Zwischenzellen bestehenden Leisten hinein, dann zwischen diesen und der Federscheide wachsen, sodass diese von jenen getrennt wird und schliesslich eine jede aus intermediären Zellen bestehende Leiste in einem Köcher von Zellen der Schleimschicht steckt und so einen Dunenstrahl darstellt. Ein jeder Dunenstrahl bestände mithin aus einem von Zwischenzellen gebildeten und von Zellen, welche dem Schleimschicht-

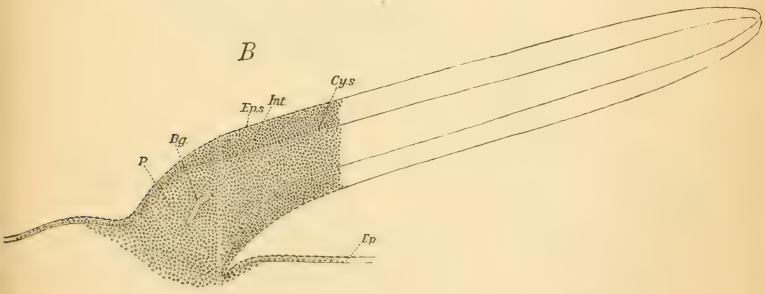
Überzuge der Pulpa entstammten, überzogenen Kernstrang und das ganze Fascikel Dunenstrahlen sitzt dann locker in der aus jenen besonderen, verhornten Zellen der äusseren Lage der Zwischenzellenmasse zusammengesetzten Federscheide. Nach dem unteren Ende des Federkeimes nehmen die Längsleisten allmählich an Umfang ab und gehen schliesslich in eine allgemeine Verhornung über, welche den untersten Teil des Federkeimes köcherartig umgiebt und die Dunenspule darstellt. Dieselbe besteht aus einer innigen Vereinigung der äusseren Schicht der intermediären Zellen (welcher im Strahlenabschnitt der Dunen die Federscheide entspricht) und der modifizierten Längsleisten. Nur die innerste, aus Cylinderzellen bestehende Schicht der Schleimhaut, welche von Anfang an die Pulpa überzog, vereinigt sich nicht mit der Innenseite der Spule, sondern bleibt nach wie vor im alleinigen Zusammenhange mit der Pulpa.

Im Innern der Spule bemerkt man an der fertigen Dunenfeder eine Reihe horniger kegelförmiger, unter einander, bisweilen auch tutenartig in einander steckender kappenähnlicher Horngebilde, welche nach Davies folgendermassen zu stande kommen: „Das Pulpagewebe wird fortwährend am oberen Ende absorbiert und die Cylinderzellenlage, welche eine gewisse Elastizität besitzt, zieht sich gleichmässig zusammen. Wie sie sich zusammenzieht, nimmt sie an Dicke zu, und wie sie an Dicke zunimmt, beginnt sie an ihrer Oberfläche eine Lage von Zellen zu bilden, welche bald das Ansehen von verhornten Zellen annehmen. Die Steifheit dieser oberen verhornten Schicht gebietet eine Zeit lang der weiteren Zusammenziehung

der Cylinderzellenlage Einhalt: aber wenn die obere Schicht fertig ist, trennt sich die untere von ihr ab und zieht sich wieder zusammen, zuerst rasch — bis das Gleichgewicht zwischen der Elastizität der Cylinderzellenschicht und dem Widerstand des Pulpagewebes wieder hergestellt wird — und dann langsamer, bis sie wieder einen gewissen Grad von Dicke erreicht hat und der Prozess von neuem sich wiederholt.

Längsschnitt durch eine Dunenpapille eines Taubenembryos zur Zeit, wo die Rückwärtsneigung ihren Höhepunkt erreicht hat.

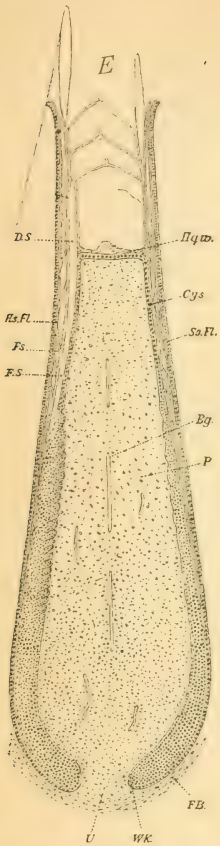
Eps Epitrichialschicht — *D* Lederhaut — *Ss* Schleimschicht.



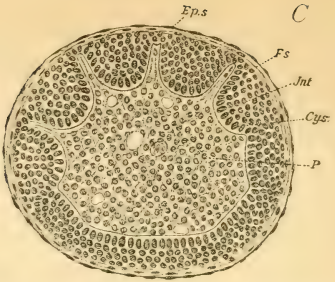
Längsschnitt eines jungen Dunenfederkeimes.

Bg Blutgefäss — *Cys* Cylinderzellenschicht — *Ep* Epidermis — *Eps* Epitrichialschicht — *Inf* Intermediäre Zellen — *P* Pulpa der Papille.

„Die Cylinderzellenlage trennt sich zuerst von den Seiten der Spule ab und dann von der Innenfläche der

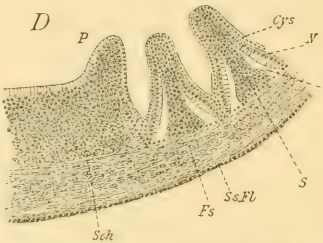


Längsschnitt durch eine in der Entwicklung begriffene Schwungfeder bald nach dem Ausschlüpfen.



Ein etwas schräg verlaufender Querschnitt durch einen jungen Dunenfederkeim eines Hühnchens.

Fs Federscheide. Andere Buchstaben wie in Figur B.



Teil eines Querschnittes durch den Federkeim einer sich entwickelnden Schwungfeder eines Kanarienvogels.

Sch Schaft — *S* Zentrale Masse der Intermediärzellen der Längsleisten, welche den Strahl bilden — *F* Längsfurche — *L* Seitliche Zellen der Längsleisten, welche die Nebenstrahlen bilden. Bedeutung der übrigen Buchstaben wie in Fig. B.

(Sämtliche Figuren nach H. R. Davies.)

DS Dunenstrahl — *FB* Federbalg — *Fs* Spitze eines Strahles der Schwungfeder — *FS* Federscheide — *Hqw* Hornquerwand an der Basis der Spule der Dunenfeder — *Ss Fl* Schleimschicht des Follikels — *U* Federnabel — *WK* Wachsende Krempe. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. B.

Hornkappen, von unten nach oben (d. h. vom Rande nach dem Zentrum), bis sie schliesslich nur durch einen protoplasmatischen Fortsatz mit der Unterfläche der eben vollendeten Kappe verbunden ist. Dieser Fortsatz lässt die hornige Faser hervorgehen, welche die Spitzen der auf einander folgenden Kappen verbindet. Die Höhlung unter jeder Hornkappe scheint zuerst mit Plasma erfüllt zu sein, welches später allmählich verdunsten muss. Auf diese Weise werden von Zellen der Cylinderzellenschicht die hornigen Gebilde erzeugt, welche über der sich zurückziehenden Pulpa auftreten und in der Spule die sog. Federseele aufbauen. Die Zellen der Cylinderzellenschicht werden während der Zusammenziehung, welche diese Schicht erfährt, aus ihren Stellen verdrängt und so lassen sie diese Gebilde entstehen und nicht etwa dadurch, dass sie neue Zellen produzieren.

„Mit dem Rückzuge der Pulpa und der vollendeten Verhornung aller Teile nimmt die Entwickelung der Nestlingdunen ein Ende." —

Nachdem die junge Taube das Ei verlassen hat, verliert sich bald die Federscheiden, welche sich ähnlich wie vordem die Epitrichialschicht in Fetzchen ablösen; auch die von der Cylinderzellenschicht der Pulpa herrührenden Umhüllungen der Strahlen gehen verloren und diese selbst breiten sich aus.

Es dürfte sich indessen bei der nichts weniger als gleichartigen Beschaffenheit der Erstlingsdunen verschiedener Vögel die Entwickelung derselben durchaus nicht in allen Fällen in genau derselben Art und Weise abspielen.

Die Dunenspule wächst nun weiter nach unten in die Kutis hinein, erweitert sich, umschliesst eine grössere Pulpahöhle und bildet so, bevor noch die Dunenscheide verloren ging, den Keim der endgültigen Feder, dessen Wandungen folglich mit denen des Dunenkeimes kontinuierlich zusammenhängen. Hat die nach unten wachsende Wand des Keimes der definitiven Feder ihre Maximaltiefe erreicht, so nähern sich ihre unteren Ränder und umschliessen eine zentrale Öffnung, den Nabel oder *umbilicus* der Feder, durch welche Haargefässe zur Ernährung in die Pulpa treten. Der Keim der endgültigen Feder enthält dieselben drei Zellenlagen, wie die Dunenspule. „Sobald", sagt Davies, „mit Verlust der Dunenfederscheide der Spalt in der mittleren Schicht der Hornzellen (der jungen Dunenspule) gebildet ist, so erstreckt er sich schnell nach unten und trennt so die Wände des definitiven Federkeimes von dem, was wir jetzt als Federfollikel zu unterscheiden haben. Das Auftreten des Spaltes erfolgt bei der Schwungfeder ungefähr dann, wenn die zur Bildung des definitiven Federkeimes entstandene Einsenkung ihre Grenze erreicht hat. Der Federfollikel wird also von der äussersten Lage, die sich von der wachsenden Krempe (d. i. der Rand des Umbilicus der Dune) ableitet, und der äusseren Hälfte der mittleren Lage gebildet. Erstere bildet die Schleimschicht des Follikels und hängt oben mit der Schleimschicht der Haut und unten mit der Schleimschicht des Federkeimes zusammen. Letztere bildet die Hornschicht des Follikels und hängt oben mit den Hornschichten der Epidermis der Haut und unten mit der in Entwickelung begriffenen Federscheide zusammen.

„Die innere Hälfte der mittleren Schicht der Einsenkung, jene, welche die Federscheide bildet, ist jedoch nicht vollkommen durch den Spalt von der äusseren Hälfte getrennt, welche einen Teil des Follikels bildet; aber beide sind während der frühen Entwickelungsstadien locker durch Hornfasern mit einander verbunden. Diese scheinen von der Oberfläche des Follikels abgerissen zu werden, während der Federkeim nach oben wächst. In der späteren Entwickelung scheint die Federscheide immer vollständiger von dem Follikel getrennt zu werden, bis schliesslich die glatte äussere Oberfläche der Spule nicht die geringste Verbindung mehr mit den Wänden des Follikels zeigt. Somit entsteht der Federfollikel nicht, wie man vermutete, als eine einfache Einstülpung, sondern es entsteht zuerst eine solide Einsenkung, in welcher die Höhlung des Follikels anfangs als ein einfacher Spalt auftritt. Sogar dann ist die Trennung des Follikels von dem Federkeim einige Zeit noch unvollkommen, und nur zum Schlusse der Entwickelung finden wir einen vollkommen abgegrenzten Follikel."

Der Federfollikel, d. h. der Kutisüberzug des Follikels, wird nun bei dem nach unten zu stattfindenden Wachstum der Dunenspule und des Federkeimes dadurch gebildet, dass die Kutis dabei nach unten gedrückt und zu einer Tasche eingepresst wird. Während in der Dunenspule die Bildung der aus Zwischenzellen bestehenden Leisten manchmal bis zum Verschwinden abnimmt, tritt sie an der Spitze des Keimes der definitiven Feder wieder auf.

Die Cylinderzellenschicht wächst in der Richtung des Querschnittes durch den Federkeim und faltet sich parallel,

durch diese Falten werden die Zwischenzellen in einer Reihe paralleler Längsgruppen gelegt, entsprechend den vertieften Falten der Cylinderzellenschicht, während deren erhöhten Leisten sich zwischen jene Längsgruppen drängen.

Zwischen den Strahlen der Erstlingsdune und denen der (ersten) definitiven Feder findet meist ein Zusammenhang statt, der besonders am Gefieder junger Eulen sehr schön und leicht nachweisbar ist und schon vor 200 Jahren nachgewiesen wurde (von Malpighi), also nichts weniger als eine moderne Entdeckung ist, um deren Priorität zu streiten der Mühe wert wäre! Die Strahlen der Dunen gehen kontinuierlich in die der (ersten) definitiven Feder über, mithin ist der Verlust der Dunen nicht so ohne weiteres mit einer späteren Mauser zu vergleichen, wie das wohl geschehen ist. Der Schaft der endgültigen Feder wird durch Verschmelzung der Leisten an der äusseren oder dorsalen Seite der Pulpa gebildet.

Im Anfang bestehen die Leisten der Strahlen der definitiven Feder aus gleichartig entwickelten Zellen, doch strecken sich die der äusseren Schicht auf beiden Seiten der Leisten und werden prismatisch. Während aus der Binnenmasse der Leisten der definitive Strahl hervorgeht, bilden sich aus diesen prismatischen Zellen die Nebenstrahlen. Dabei verhornen die Zellen jener Binnenmasse nach und nach, nachdem sie, durch Wachstum an einander gepresst, eine polyedrische Gestalt angenommen haben. Die äusseren Zellen des Strahles platten sich ab: es hat sich im Strahl damit eine innere Mark- und eine äussere Rindensubstanz differenziert.

Nachdem die definitiven Federn bei der Taube eine gewisse Länge oberhalb der Haut erlangt haben, sehen sie aus wie Stacheln und tragen an ihrer Spitze ein Bündelchen der Erstlingsdune. Dabei fängt die Pulpa an resorbiert zu werden und zwar gewissermassen ruckweise, wobei in der Spule, welche sich genau so wie in der Erstlingsdune bildet, abgestorbene Schichten der Deckzellen der Pulpa jeweilig zurückbleiben, in Gestalt von Membranen, welche mit der Innenwand der Spule in Zusammenhang stehen und die „Seele" der definitiven Feder bilden. Endlich ist die Pulpa ganz aus der Spule verschwunden und ist damit die Feder zu einem toten, dem Stoffwechsel des Trägers vollkommen entzogenen Dinge geworden. Dann ist die Federscheide, welche der Feder das Aussehen eines Stachels verlieh, längst in Fetzchen abgefallen und die Strahlen haben sich mit ihren Nebenstrahlen ausgebreitet und die fertige Fahne gebildet.

Gefieder eines jungen Sperlings.

a Alula — *r* Schwungfedern erster — r^2 zweiter Ordnung. (Nach Pagenstecher.)

Unterhalb der fertigen, in der Hauteinsenkung sitzenden Feder bleibt eine aus Kutis bestehende und mit Oberhaut überzogene Papille, bis auf welche die Pulpa geschwunden ist. Nun unterliegt aber das Gefieder der Vögel einem merkwürdigen, der Häutung der Reptilien und dem Hären der Säugetiere vergleichbaren Prozess, der Mauser. Dieser Vorgang vollzieht sich nicht bei allen Vogelformen in durchaus derselben Art und Weise. In der Regel fangen die Federn gegen den Herbst hin (Herbstmauser) an auszufallen und werden entsprechend von neu, auf der wieder durch gesteigerte Ernährung gewachsenen Hautpapille ganz in der früheren Art gebildeten ersetzt. Der Prozess dauert, bis sämtliche Federn verloren gegangen und ersetzt worden sind, meist mehrere (4—6) Wochen, während deren das Kleid des Vogels ein gewissermassen geflicktes ist, aber doch ausreicht, ihm das Fliegen zu ermöglichen. Bei manchen Arten indessen vollzieht sich die Mauser so akut, dass sie eine Zeit lang fast ganz nackt sind und zu fliegen durchaus nicht vermögen. Die Mauser geht nach den Gesetzen der bilateralen Symmetrie vor sich, d. h. es werden immer, rechts und links zugleich, die korrespondierenden Federn verloren und wieder ersetzt. Die beiderseitigen entsprechenden Federn wachsen in gleichem Tempo und die jungen Schwung- und Steuerfedern, als die beim Fluge wichtigsten, haben in der Regel schon den dritten Teil ihrer Maximallänge oder mehr erreicht, bevor ein weiteres Paar ausfällt. Alte kastrierte Vögel, Kapaunen und Poularden, sollen nicht mehr mausern, was eine merkwürdige Analogie zu der Thatsache sein würde, das kastrierte Hirsche und Rehböcke ihr Geweih nicht mehr wechseln.

Das nach vollendeter Herbstmauser gewonnene Winterkleid erleidet während des Winters keine weiteren Veränderungen, im nächsten Frühjahr indessen treten solche auf. Früher war man der Meinung, dass dann jeder Vogel sich abermals total mausere, das ist indessen nicht andem. Eine wirkliche Frühjahrsmauser findet sich nur bei wenig Vogelarten und sie betrifft nicht das ganze Gefieder, sondern ist nur partiell. Wohl aber ist es eine häufige Erscheinung namentlich bei männlichen Vögeln, dass das Winterkleid sich im Lenze verfärbt und zum Hochzeitskleide wird.

Samuel*) hat interessante Untersuchungen über die Regeneration der Federn nach gewaltsamer, künstlicher Entfernung derselben gemacht. Daraus ergiebt sich, dass die Art dieser Regeneration eine durchaus individuelle, d. h. ausschliesslich nur die so behandelte Feder betreffende ist. Es tritt keine sympathische Wirkung auf und der rechts gewaltsam entfernten Feder folgt nicht etwa die linke korrespondierende freiwillig.

Das erste Hervorbrechen einer regenerierenden Feder, einerlei, ob sie gross oder klein ist, aus der Haut findet bei jungen und alten Tauben erst nach dem Verlaufe einer Woche statt. Das ist eine merkwürdige Erscheinung, wenn man bedenkt, dass die unter der ausgerupften Feder gelegene Papille doch von sehr ungleicher Grösse und Höhe ist, je nachdem es sich um eine kleine Dunen- oder eine lange Schwungfeder handelt. Trotzdem ist auch von der kleinsten nachwachsenden Feder niemals eher

*) In Virchows Archiv, Bd. 50, pag. 323.

etwas als von der grössten wahrzunehmen. Bei jeder Feder geht das Wachstum in der ersten Woche nach dem Erscheinen am stärksten vor sich, in der zweiten schon schwächer, noch mehr in der dritten u. s. f. Bei den grossen Schwungfedern beobachtete Samuel folgendes Verhältnis:

es wuchs eine Schwungfeder erster Ordnung

in der	2.	Woche	2 Zoll
„ „	3.	„	$1\frac{3}{4}$ „
„ „	4.	„	$1\frac{1}{4}$ „
„ „	5.	„	$0\frac{3}{4}$ „
„ „	6.	„	$0\frac{2}{5}$ „

es wuchs eine Schwungfeder zweiter Ordnung

in der	2.	Woche	$1\frac{3}{4}$ Zoll
„ „	3.	„	$1\frac{1}{4}$ „
„ „	4.	„	$0\frac{3}{4}$ „
„ „	5.	„	$0\frac{1}{2}$ „
„ „	6.	„	$0\frac{1}{4}$ „

Wenn zwei Federn in einem längeren Zwischenraume nach einander ausgerissen werden, so kommt die an Stelle der zu zweit gewaltsam entfernten neu wachsende durch die stärkere Wachstumsenergie in der ersten Woche der ersten fast gleich, was auch bei der normalen Mauser der Fall ist.

Man kann ausserhalb der Mauser reife, d. h. mit der Pulpa nicht mehr in organischer Verbindung stehende Federn öfters hinter einander ausreissen und sie regenerieren gleich schleunig und gleich stark, und die Versuchstiere bleiben dabei gesund und munter. War aber die Feder noch unreif, d. h. war sie mit der Pulpa noch in

organischem Zusammenhange, dann erfolgte die Regeneration langsam und zwar um so langsamer, je unreifer sie war. Ich selbst habe bei regenerierten Federn farbiger Tauben ein paar Male beobachtet, dass sie völlig weiss erscheinen, mithin scheinen solche gewaltsame Eingriffe partiellen Albinismus hervorrufen zu können.

V.

Verdauungsorgane.

Die Verdauungsorgane der Vögel zeigen, wenn wir von dem schon behandelten Schnabel, den man auch mit zu ihnen rechnen könnte, und der Zunge absehen, in der ganzen Klasse eine verhältnismässig sehr gleichartige Entwickelung, besonders im Vergleich mit denen der Säugetiere.

Schon dadurch, dass keine Lippen und keine Zähne vorhanden sind, vereinfacht sich der Bau der Mundhöhle bedeutend, indem es keine Backenhöhle giebt.

Der Tannenheher *(Nucifraga caryocatactes)* hat indessen, nach den Beobachtungen de Sinetys, ausser einer sehr erweiterungsfähigen Speiseröhre auch eine Art von Backentaschen. In der ersteren fand genannter Forscher bei einem Exemplar 6, in den Backentaschen 7 reife Haselnüsse.

Der zwischen den beiden Unterkieferästen gelegene Teil der Mundhöhle zeigt allerdings eine Reihe von Modifikationen. Häufig ist er mehr oder weniger ausdehnbar, was namentlich bei gewissen Vögeln (z. B. Krähen)

dann sehr deutlich wird, wenn sie ihren Jungen Futter zutragen. Einen Sack bildet diese Haut bei den scharbenartigen Vögeln, bekanntlich am stärksten bei den Pelikanen (vergl. weiter unten bei Zungenmuskeln), welche ihn als Fischnetz benutzen und eine bedeutende Menge von Nahrung in ihn aufnehmen können. Bei der männlichen Trappe zeigt der Sublingualraum eine höchst merkwürdige Erscheinung. Heben wir die Zunge in die Höhe, so erblicken wir einen ⊤ förmigen, mit dem queren Teil nach der Zunge zu gelegenen Schlitz, der in einen sehr geräumigen Hautsack führt, welcher bei alten Individuen reichlich ein Liter Wasser aufzunehmen im stande ist. Derselbe besteht aus Bindegewebe, untermischt mit besonders der Länge nach, aber auch mit einigen etwas schräg verlaufenden Bündeln platter Muskelfasern, ist innen mit Pflasterepithel ausgekleidet und drüsenlos. Über die Bedeutung dieses Organes, das offenbar nur eine Ausstülpung der Intermandibularhaut ist, hat man früher viel gefabelt: bald sollte es ein Reservoir zur Aufnahme von Nahrung, bald von Wasser sein. Es ist weder das eine noch das andere, wie sich schon daraus schliessen lässt, dass es erst beim fortpflanzungsfähigen Männchen auftritt. Es ist ein Organ, das im Dienst der geschlechtlichen Zuchtwahl steht: der balzende Trappenhahn schlägt den Schwanz mit ausgebreiteten Federn möglichst weit auf den Rücken, hebt den Hals möglichst senkrecht in die Höhe und bläst den Kehlsack auf; wie er das freilich macht, weiss ich noch nicht recht. Dadurch dehnt sich der Sack ungeheuer aus und der ganze Hals wird beinahe so stark, wie ein Manneschenkel. Der aufgeblasene

Sack, der nicht einfach cylindrisch oder konisch ist, sondern ungefähr die Gestalt einer sehr langgestreckten Birne mit einer plötzlichen Verjüngung vor dem letzten Drittel hat, reicht fast unter den oberen Brustbeinrand hinab. Nach einer sehr interessanten Beobachtung von Garrod*) soll das Männchen von *Eupodotis australis,* einer unserer Trappe nahe verwandten Form, keinen Kehlsack haben, sondern die Fähigkeit besitzen, die Speiseröhre beträchtlich zu erweitern, auch habe es ein deutliches *frenulum* (Zungenbändchen), das unserer männlichen Trappe allerdings fehlt. Wie sich hierin das Weibchen verhält, weiss ich nicht. Als ich Gelegenheit hatte, eins zu untersuchen, habe ich leider nicht darauf geachtet.

Auf die Innenseite der Unterkieferäste der Vögel schlägt sich das Epithel des Unterschnabels um, ebenso wie dies das Epithel des Oberschnabels, freilich in sehr verschiedenem Umfange, auf den Gaumen thut. Bei den Nashornvögeln und Pfefferfressern, auch beim Pelikan u. a. reicht es, allerdings allmählich schwächer werdend, noch bis hinten an, ja bis hinter die Choanen, bei anderen Vögeln beschränkt es sich auf die vordere Hälfte oder nur auf das vordere Drittel des Gaumens. In ersterem Falle ist natürlich die ganze Gaumenfläche glatt, hart und trocken, im anderen ist der nicht vom Schnabelepithel bedeckte Teil mit Schleimhaut überzogen, weich und feucht.

Ein Gaumensegel fehlt allen Vögeln; es finden sich statt dessen eigenartige, nach hinten gerichtete, kegel-

*) Vergl. Proceed. Zoolog. Soc. London 1874, pag. 471.

förmige Papillen von verschiedener Länge, Anordnung und Zahl; ähnliche finden sich an der Basis der Zunge, auf dem Raume zwischen dieser und der Kehlkopfspalte, sowie neben dieser selbst, und werden wir alle zusammen später näher zu betrachten haben.

In der Mundhöhle der Vögel finden sich verschiedene Drüsen bezw. Drüsengruppen, welche aber nur selten sehr umfangreich sind.

Fast stets vorhanden sind die Zungendrüsen, welche bloss einigen scharbenartigen Vögeln zu fehlen scheinen. Meist liegt je eine rechts und links neben und etwas unter dem Rande der Zunge und ist fast so lang wie diese, wenn sie normale Länge hat, d. h. fast den ganzen Raum zwischen den Unterkieferästen vor der Kehlkopfspalte ausfüllt. Jede Drüse mündet vorn neben der Zunge. Ein zweites Paar, die vorderen Unterkieferdrüsen, liegt dicht an einander geschmiegt zwar auch bei den meisten Vögeln, aber doch nicht bei so vielen wie das vorige Paar, unter der Zunge in der Schleimhaut der Intermandibularmembran. Ferner finden sich bald grössere, bald kleinere Gruppen einzelner Drüschen unmittelbar neben der Basis der Zunge, die hinteren Unterkieferdrüsen. Eine weitere Drüse, die Mundwinkeldrüse, die vielleicht nur einigen Scharbenformen, Tauchern und Wadvögeln fehlt, liegt jederseits unterhalb des Jochbogens, dem Mundwinkel mehr oder weniger genähert, und mündet in diesen mit einem längeren oder kürzeren Gang. Man hat sie *parotis* genannt und mit dem entsprechenden Organ bei Säugetieren verglichen, was doch so ohne weiteres nicht angeht, weil ja die verwandtschaft-

lichen Beziehungen zwischen Vögeln und Säugetieren äusserst entfernte, die zwischen ersteren und Reptilien desto nähere sind. Da analoge Drüsen indessen auch bei Eidechsen nicht vorkommen, möchte Reichel*) die hinteren Oberlippendrüsen (unter Umständen Giftdrüsen) der Schlangen mit jenen homologisieren.

Noch verfehlter war die Idee (denn ein Homologisieren der Mundwinkeldrüse mit der Parotis liesse sich immer noch verteidigen, indem man auch die Giftdrüsen u. s. w. der Schlangen als solche auffassen könnte), die in eigentümlichen kissenartigen Drüsenpaketen, je eins neben bis hinter und ein einzelnes medianes vor den Choanen, die Homologa der Tonsillen der Säugetiere sehen wollte. Die wahren Homologa dieser Gaumendrüsen finden wir vielmehr in den Gaumendrüsen der Reptilien, selbst schon der Amphibien. Dass die Gaumendrüsen solchen Vögeln, deren Gaumen einen harten Überzug hat (wie erwähntermassen Nashornvögel, Pfefferfresser, Pelikane) fehlen, ist selbstverständlich.

In der Regel sind, wie gesagt, die Mundhöhlendrüsen bei den Vögeln verhältnismässig gering entwickelt und aus nahe liegenden Gründen. Dieselben sind, abgesehen vielleicht von den Gaumendrüsen, Speichel absondernde Organe. Das Bedürfnis nach Durchspeichelung der Nahrung in der Mundhöhle ist aber bei den meisten Vögeln, die ihre Speise entweder ganz verschlingen oder mit den Kiefern nur grob zerkleinern, ein geringes, am bedeutendsten etwa noch bei den Körnerfressern. Und doch sehen wir, dass

*) Ähnlich auch Meckel, „System d. vergl. Anat.“, T. IV, pag. 405.

bei einer Anzahl Vögel jene Drüsen im Verhältnis zur Körpergrösse der Besitzer ganz erstaunlich entwickelt sind, — aber freilich sie sind in den Dienst anderer Funktionen getreten!

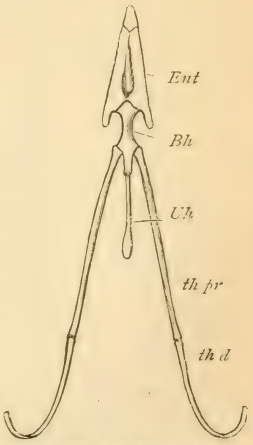
Am bekanntesten in dieser Hinsicht sind die Spechte und Wendehälse, jedoch muss betont werden, dass hinsichtlich des Grades der Entwickelung der Speicheldrüsen zwischen den einzelnen Spechtarten beträchtliche, durch verschiedene Lebensweise bedingte Unterschiede bestehen. Bei dem fast ausschliesslich von Ameisen lebenden Wendehals sind sie bei weitem am grössten, dann folgt unter den einheimischen Spechten der Grünspecht, während sie bei den Buntspechten beträchtlich geringer sind, namentlich bei nordamerikanischen (z. B. *villosus*). Die Buntspechte leben aber auch mehr von vegetabilischen Substanzen als von Insekten. In der Unterfamilie der Zwergspechte *(Picumnidae)* sind jene Drüsen noch mehr zurückgetreten. Die am stärksten entwickelten Mundhöhlendrüsen der Spechte sind die vorderen und hinteren Unterkieferdrüsen, welche sich mit einander zu je einer seitlichen weit nach hinten, beim Grünspecht z. B. bis unter die Schädelbasis, reichenden Drüse mit einem Ausführungsgang vereinigen. Der Speichel aller spechtartigen Vögel ist in hohem Grade klebrig und wird reichlich abgesondert: die eingezogene Zunge befindet sich mit ihrem vorderen Abschnitt gewissermassen in einem Leimtöpfchen. Wird sie hervorgeschnellt, so ist sie vorn mit jener klebrigen Masse überzogen und die Insekten, besonders Ameisen, bleiben an ihr, wie Fliegen an einer Leimrute, hängen. Ganz analoge Verhältnisse und Kombinationen

zwischen vorstreckbaren Zungen und Klebstoffe absondernden Drüsen finden wir bei gewissen Fröschen (z. B. bei unseren gewöhnlichen), beim südeuropäischen Scheibenzüngler *(Spelerpes)*, beim Chamäleon, bei den Ameisenfressern u. s. w.

Auch bei den Seglern *(Cypselidae)* sind die Unterzungendrüsen mindestens etwas ansehnlicher als bei anderen Vögeln von gleicher Grösse und ihre Speichelabsonderung ist eine gesteigerte, aber der Speichel tritt hier nicht in Beziehung zur Nahrungsaufnahme, vielmehr zum Fortpflanzungsgeschäft bez. zur Brutpflege. Schon unsere gewöhnliche Turmschwalbe überzieht das dürftige Material, aus dem ihr Nest besteht, mit ihrem schleimigen Speichel, „sodass es aussieht, als seien die Schnecken darüberweg gekrochen". Der Zwergsegler *(Cypselus ambrosiacus)* klebt nicht nur sein Nest an die senkrecht herabhängenden Blätter der Dompalme mittels seines Speichels, er befestigt im Neste selbst auch seine Eier damit. Die grösste Entwickelung, welche die Unterzungendrüsen bei Vögeln überhaupt erlangen, findet sich bei den Verfertigerinnen der essbaren Schwalbennester *(Collocalia esculenta)*. Hier nehmen sie den ganzen, bei so breitschnäbligen Vögeln sehr bedeutenden Raum zwischen den beiden Unterkieferästen ein und erstrecken sich nach hinten bis hinter die Kiefergelenke. Der Speichel ist bekanntlich das ausschliessliche Material, aus welchem die berühmten Nestchen verfertigt werden. Bei einer sehr nahe verwandten Art *(Collocalia nidifica)* sind die betr. Drüsen zwar noch ansehnlich, aber doch weit kleiner als bei der vorigen, und sie baut ihre Nester nicht ausschliesslich aus Speichel, sondern verwertet auch Seetang dabei.

An dem Zungenapparat der Vögel müssen wir, wie überall im Wirbeltierreiche, zwei Teile unterscheiden: die eigentliche Zunge und ihren Träger resp. Vereiniger mit dem Schädel, das Zungenbein.

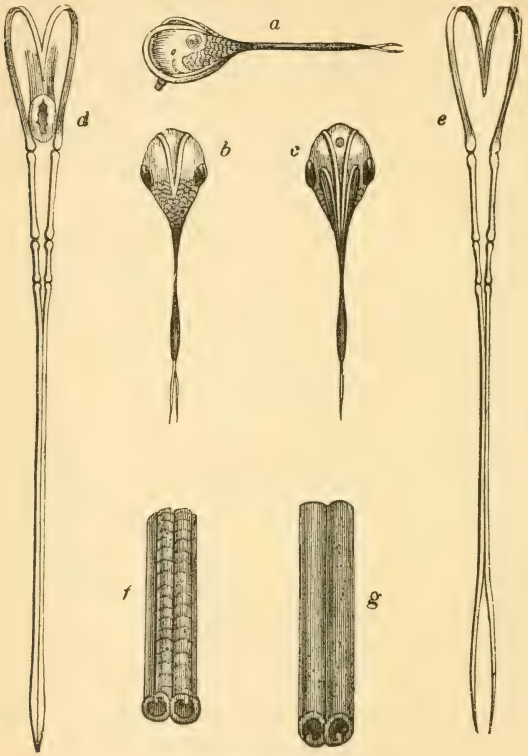
Dieses letztere setzt sich, wie immer, aus einer Reihe von Stücken zusammen, und zwar unpaaren medianen und symmetrisch paarigen, seitlichen. Die ersteren sind die Träger der eigentlichen Zunge, die letzteren, die grossen Zungenbeinhörner, sind es, welche dieselbe mit dem Schädel verbinden. Die medianen Stücke sind drei: ein ziemlich gestrecktes Grundbein *(basihyale)*, welches die Zungenwurzel stützt, an dieses setzt sich vorn der Innenknochen der eigentlichen Zunge *(entoglossum)*, der ausserordentlich verschieden gestaltet ist, sich aber meistens nach der Form der Zunge richtet. Meist endet er vorn spitz, oft knorpelig, er kann aber auch gleich breit bleiben (Papageien). Nicht selten ist er in der Mitte in geringerem oder grösserem Umfange durchbrochen und greift dann oft ein hakenförmiger vorderer Fortsatz des *basihyale* in diese Öffnung ein, auf dem das *entoglossum*, das zugleich mit seinen Seiten ziemlich beweglich mit jenem Knochen verbunden ist, spielt. Dadurch wird die Beweglichkeit der eigentlichen Zunge eine grössere und namentlich



Zungenbein der Rabenkrähe.

Ent Entoglossum — *Bh* Basihyale — *Uh* Urohyale — *th pr* Thyrohyale proximale — *th d* Thyrohyale distale.

geregeltere. Nach hinten setzt sich an das *basihyale* ein meist knorpelig bleibendes, seltener verknöcherndes Stäbchen, das



Zungenapparat eines Kolibris.

Schädel mit Zunge in situ *a* von der Seite — *b* von oben — *c* von unten — *d* isolierte Zunge, Zungenbein und Kehlkopf von oben — *e* von unten — *f g* Schnitte durch die vordere Partie der Zunge.

Schwanzstück *(urohyale)*. An jeder Seite neben diesem Schwanzstück setzt sich eins der grossen Zungenbeinhörner

(thyrohyale) an, das aus zwei Stücken besteht: einem grösseren vorderen *(thyrohyale proximale)* und einem kleineren hinteren *(thyrohyale distale)*. Zwischen beiden befindet sich ein knorpeliges Schaltstück von sehr verschiedener Länge und das hintere freie Ende der Hörner ist meist in einen oft ansehnlich langen Knorpelfaden ausgezogen. Eine bedeutende Länge erreichen die Zungenbeinhörner bei Kolibris und Spechten, wo sie nicht bloss wie sonst in der Regel bis neben das Hinterhauptloch reichen, sondern sich dicht an einander lagernd zum Hinterhaupt emporsteigen, sich auf den Oberschädel umschlagen und auf dem Schnabel asymmetrischer rechts oder links neben einander liegend endigen. Auf der Länge dieser Hörner beruht die Fähigkeit der genannten Vögel, ihre Zunge unter Umständen weiter, als die Länge ihres Körpers ist, hervorschleudern zu können. Meist ist auf den Knochen des Oberschädels eine entsprechende Gleitfurche für die Hörner entwickelt.

Wenn die Zunge stark verkürzt ist und eine physiologisch unbedeutende, manchmal vielleicht gar keine Rolle mehr im Leben des Vogels spielt, dann sehen wir, wie in geradem Gegensatze zu dem eben von Spechten und Kolibris Geschilderten auch der Zungenbeinapparat reduziert wird. Am meisten wohl bei Pelikanen. Hier liegt er, ohne jegliche Beziehung zum Schädel bewahrt zu haben, isoliert im Kehlsack, *basihyale* und *entoglossum* sind ein kleines Knorpelscheibchen mit (wenigstens bei den von mir untersuchten erwachsenen Exemplaren) einem verknöcherten Kern. An diesen unpaaren Zentralteil schliesst sich rechts und links unter sehr stumpfem Winkel

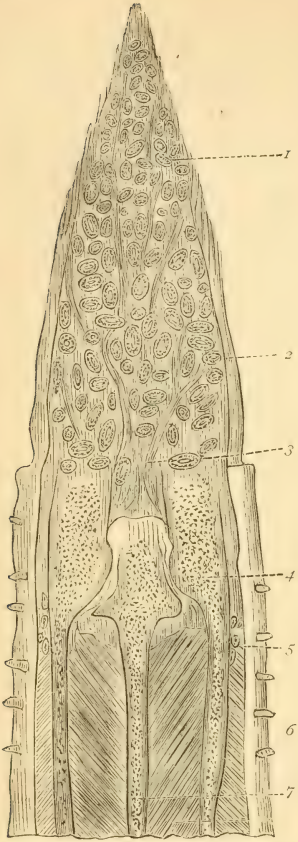
zu einander ein kurzes, hinten knorpelig endigendes Knöchelchen, — der Rest des *thyrohyale!*

Die Zunge selbst ist eins von denjenigen Organen der Vögel, das die stärksten Veränderungen und mannigfachsten Modifikationen in dieser Tierklasse erleidet, obwohl ihre Funktionen nicht so zahlreich und so komplizierter Natur wie etwa bei den Säugetieren sind.

Meist wiederholt sie in ihrer Gestalt diejenige des Unterschnabels: ihre Umrisse bilden ein höheres oder niedrigeres gleichschenkeliges Dreieck und sind in die Umrisse des Dreiecks des Unterschnabels eingezeichnet. In der Regel ist das Epithel derselben stark, oft sogar sehr stark, besonders an der Spitze, entwickelt und bildet einen hornigen, bisweilen selbst nagelartigen Überzug. Daher ist ihre Biegsamkeit mit wenig Ausnahmen eine geringe; sie kann in der vertikalen oder horizontalen Ebene bewegt, aber nicht um ihre eigene Achse gekrümmt werden. Lecken können vielleicht nur die Papageien und auch diese lange nicht in der Weise, wie etwa ein Hund oder Rind, schon die Gegenwart des *entoglossum* verbietet das.

Auch als Geschmacksorgan dürfte die Zunge in den wenigsten Fällen gelten können: ein einigermassen starker horniger Überzug würde Geschmackspapillen, selbst wenn sie, was in der Regel nicht der Fall zu sein scheint, vorhanden wären, ausser Thätigkeit setzen. Gleichwohl geben Vögel mit harten Zungen (ich erinnere an die Singvögel) bestimmten Nahrungsmitteln nicht nur den Vorzug, sondern verschmähen überhaupt alle anderen. Sie müssen beim Geniessen ihres Futters irgend eine bestimmte Empfindung haben, ob Geschmack in dem

Sinne, wie wir Menschen aus unserer eigenen Erfahrung heraus eine solche Empfindung auffassen, steht dahin. Nichts ist schwieriger als das Wesen der Sinneswahrnehmungen der Tiere zu beurteilen, weil eben immer die Abhängigkeit von ausschliesslich eigner Erfahrung auf unsere Urteilskraft lähmend wirken muss. Wenn eine Schlange eine Beute herunterwürgt, offenbar eine grosse Arbeit und scheinbar nichts weniger als ein Genuss, so kann sie unmöglich schmecken in der Art, wie wir schmecken, wenn wir eine Auster schlürfen. Gleichwohl frisst, wie wir sehen, eine Ringelnatter bloss kalt-, eine Kreuzotter ausschliesslich warmblütige Tiere. Ähnlich auch bei den Vögeln. Wenn ein Pelikan sich mit gierigem Verschlingen den Magen und die Speiseröhre voll Fische stopft, kann die winzige Zunge nicht als Geschmacksorgan fungieren. Man kann nun annehmen, der Geschmackssinn befinde sich bei den Vögeln an einer anderen Stelle, etwa, indem andere Nerven als der *glossopharyngeus* die Empfindung vermitteln, im unteren Teil der Speiseröhre. Doch das ist wenig wahrscheinlich, wahrscheinlicher ist es, dass die Vögel beim Fressen anderweitige angenehme Gefühlseindrücke empfinden, die vielleicht durch das Wohlbehagen beim Schlingen selbst, durch die Beschaffenheit der Beute, durch ihre Temperatur, ihre sträubenden Bewegungen u. s. w. hervorgerufen werden. Auch bei uns Menschen kommt Ähnliches vor: bei vielen Getränken kommt es mehr auf die Temperatur, den Gehalt an Kohlensäure u. dergl. als auf den eigentlichen Geschmack an. Eine warme Salzkartoffel dürfte sich chemisch nicht anders verhalten, wie eine kalte, und



Horizontalschnitt durch den vordern Teil der Zunge des grossen Buntspechts.

1 und *2* Gruppen dichtgedrängter nervöser Endkörper — *3* Teilung des Zungennerven — *4* Zungenbeinkörper — *5* Zungenbeinporen — *6* Zungenepithel mit den Seitenpapillen — *7* Urohyale Muskulatur. (Nach Prinzen Ludwig Ferdinand v. Bayern.)

doch — welch himmelweiter Unterschied für uns beim Verzehren derselben. Der mangelhaft entwickelte Geruch der Vögel, sowie die Thatsache, dass sie ihre Nahrung gar nicht oder nur sehr oberflächlich zerkleinern und einspeicheln, machen es gleichfalls sehr unwahrscheinlich, dass ein dem unseren analoger Geschmack seinen Sitz in ihrer Zunge hat. Nur flüssige oder von Flüssigkeit oder Feuchtigkeit durchtränkte, d. h. durchspeichelte Körper können überhaupt geschmeckt werden.

Bei der Nahrungsaufnahme greift die Zunge der Vögel öfters helfend ein (Spechte, Entvögel u. s. w.), auch unterstützt sie gelegentlich die Zubereitung sozusagen des zu geniessenden Bissens, — man braucht bloss einem Kanarienvogel, der ein Hanfkorn enthülst, zuzusehen, um sich davon zu überzeugen. Bedeutendes

leistet sie als Tastorgan und sie ist reich an sog. Pacinischen oder Vaterschen Körperchen, namentlich bei Enten, Papageien und ganz besonders bei Spechten*), wo sie dicht bei dicht im vorderen Zungenabschnitt liegen.

Drüschen kommen wohl in den Zungen der meisten Vögel vor, besonders in ihrem hinteren Teil. Bisweilen sind dieselben recht ansehnlich. Bei den Eulen (z. B. bei *Otus brachyotus*) münden sie mit zahlreichen kleinen Öffnungen auf der Zungenoberfläche; wenig zahlreich, aber gross, sind sie bei Papageien (bei *Cacatua sulphurea* jederseits drei) und am grössten und zahlreichsten sah ich sie bei *Cathartes papa*. Bei der Gans liegen sie in Längsreihen angeordnet an den Seitenflächen der Zunge.

Sehr allgemein finden sich auf den Zungen der Vögel Papillen, denen ähnlich, die auf dem Gaumen und neben der Stimmritze stehen. Nur beim Pelikan, dem Tölpel u. a. Scharben mit rudimentären Zungen scheinen sie zu fehlen, aber selbst die Nashornvögel haben deren am Hinterrande ihrer fast ebenso rudimentären Zunge. Bei einigen Vögeln stehen sie auch an den Seiten der Zunge: bei *Cathartes papa* sind sie wie die Zähne eines Sägeblattes angeordnet, klein und mit der Spitze nach hinten gerichtet, ähnlich bei Eulen, Schwalben u. s. w. Bei manchen Raubvögeln finden sich an den Zungenseiten oben schräge, dicht hinter einander stehende blattartige Papillen, die zusammen, z. B. bei Geiern, Bussarden, eine Art von Seitenwulst bilden. Die Zunge der Pinguine

*) Vergl. Prinz Ludwig Ferdinand von Bayern in: Sitzungsbericht. d. k. bayer. Akad. d. W. 1884, pag. 183.

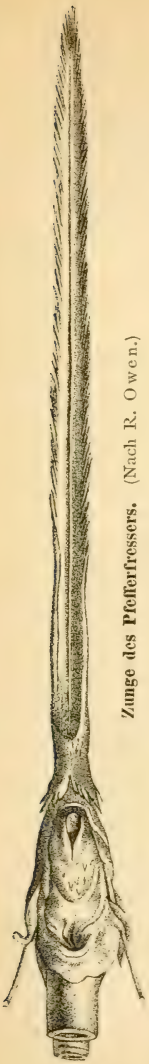
ist stachelartig, „wie ein Igelfell", sagt Owen. Ganz besonders ausgezeichnet sind aber die in jeder Beziehung merkwürdigen Zungen der Entvögel. Hier findet sich an beiden Seiten eine Reihe dichtstehender Papillen von mehrerlei Beschaffenheit, grössere blattartige und kleinere borstenförmige, nach den Arten sehr verschieden an Zahl und Anordnung. Auch die seltsame, wulstartige, vorn schräg abgestutzte Zunge des Flamingo, die mit ihrem orangenroten Fett nach dem Ausspruche des alten kühnen Dampier eins der herrlichsten Gerichte der Welt bildet, hat oben auf den Seiten einige wenige Papillen. Jene Seitenborsten der Zunge, die namentlich bei den echten Enten ausgezeichnet entwickelt sind, bilden mit den Randblättchen des Schnabels jenen wundervollen Seihapparat, dessen wir weiter oben (s. u. Schnabel) schon gedachten.

Pinguinzunge, nach Pagenstecher.

a Zunge mit Stacheln — *b* Stimmritze — *c* Luftröhre, bei *d* durch eine Scheidewand geteilt, welche durch Wegnahme der linken Hälfte der Rückwand sichtbar wird; bei *e* ist diese Wand durchlöchert.

Nach den Untersuchungen, die Fraisse*) an der Hausente vornahm, sind jene Zungenpapillen reine Hornbildungen und die grösseren Zacken bestehen aus einer ganzen Anzahl kleiner innig mit einander verschmolzener Papillen und erscheinen daher an der Spitze oftmals zerfasert. Bei einem fast reifen Fötus hatte die Zunge, natürlich abgesehen von der

*) Vergl. Zoolog. Anzeiger 1881, pag. 310.



Zunge des Pfefferfressers. (Nach R. Owen.)

Grösse, schon alle Eigenschaften, die sie bei erwachsenen Enten besitzt, aber die einzelnen kleinen Papillen, aus denen die grossen sich zusammensetzen, sitzen in kleinen Follikeln und bieten ganz das Bild von Embryonalfedern, die auf diesem Entwickelungsstadium die Körperoberfläche des Entchens bedecken, nur sind sie etwas kürzer.

Die Sache sieht auf den ersten Anblick wunderbarer aus, als sie thatsächlich ist. Bei der Entwickelung stülpt sich bekanntlich das äussere Keimblatt (Ektoderm) in den Mund ein und kleidet seine ganze Höhle bis zum Schlund aus. Wenn hier also Papillen mit hornigen Verlängerungen auftreten, so werden dieselben nach den Gesetzen der Korrelation auch gleichartig wie ähnliche Ektodermalgebilde der Oberhaut sich entwickeln. Dafür haben wir mehrere entsprechende Beispiele: die Haare in den Backentaschen der hasenartigen und einiger anderen Nager, die Schuppen auf den Zungen einer Anzahl von Eidechsen u. s. w.

Möglicherweise sind auch die langen Fasern, mit denen die Seiten der schlanken Zungen der Pfefferfresser besetzt sind, etwas Ähnliches. Sicher glaube ich das von den später näher zu behandelnden Papillen an der Zungenspitze bei den Loris.

Sehr häufig ist die Zungenspitze bei den Vögeln eingeschnitten und finden sich von einer seichten Kerbe, wie sie bei zahlreichen Raubvögeln vorkommt, bis zu dem weit nach hinten reichenden Einschnitt, der die Zunge der Kolibris in zwei Halbrohre zerlegt, allerlei Übergänge. Diese Erscheinung ist darum interessant, weil sie eine Ähnlichkeit mit den Reptilien bietet.

Was die Färbung der Vogelzungen angeht, so zeigt dieselbe mancherlei Verschiedenheiten: in der Regel ist sie gelblich, bräunlich oder matt rötlich, bei anderen Vögeln, z. B. Raben, Papageien u. s. w., schwärzlich. Merkwürdig ist die von Darwin nach einer Beobachtung Bartletts angeführte Thatsache, dass bei den Nashornvögeln die Männchen die ganze Rachenhöhle und Zunge schwarz gefärbt haben, während sie bei den Weibchen fleischfarben sind. Diese Erscheinung ist um so auffallender, weil bei diesen Vögeln die Geschlechter sonst nur wenig verschieden sind. Es scheint aber auch bei nahe verwandten Arten die Farbe der Zungen zu differieren. So ist nach Giebel beim feuerfarbenen Goldhähnchen *(Regulus ignicapillus)* dieselbe mennigrot, beim safranköpfigen *(R. cristatus)* aber gelblich. Bisweilen treten auf der Zunge auch andersfarbige Flecke auf, so beim Eichelheher. Auch bei der Trauerente *(Oedimia nigra)* fand ich häufig, aber nicht konstant, auf der sonst mattfleischroten Zunge unregelmässige, schwarze Flecke und Querbinden, aber nur bei männlichen, bekanntlich schwarz gefiederten Vögeln, während die Weibchen braun sind. Angesichts solcher Thatsachen drängt sich die Vermutung auf, dass bei manchen Vögeln die Pigmentabscheidung in der Zungen-

schleimhaut, denn hier findet sich jenes Pigment difundiert, mit der Farbe des Gefieders in korrelativem Zusammenhange stehe. Bei schwarzen Hunden habe ich Ähnliches beobachtet.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen der Vogelzungen wollen wir noch einige spezielle Verhältnisse erörtern und zwar hauptsächlich was ihre Gestalt anlangt.

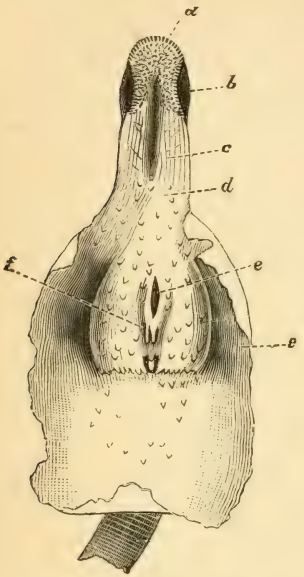
Man kann die Vogelzungen ihrer Gestalt nach in zwei Gruppen teilen: in normale und abweichende. Unter normalen verstehe ich solche, die den Innenraum des Unterkiefers ziemlich ausfüllen, einerlei ob sie dabei weich oder hart sind. Normale harte Zungen besitzen die Taucher, Alke, reiherartigen Vögel und Singvögel, — normale weiche die Langschwinger (Möwen u. s. w.), die meisten Wadvögel und die Tauben. Die Zungen der Hühnervögel weichen insoweit etwas ab, dass sie nicht der Schnabelform entsprechen, sie haben ungefähr die Gestalt einer Schuhsohle und sind weich.

Abweichende Zungen haben zunächst die Raubvögel, bei denen sie sehr weich und weit beweglicher als bei den oben namhaft gemachten Vögeln sind. Gadow*) sieht in ihr ein wahres Geschmacksorgan und bemerkt, die Geier könnten sie halbröhrenförmig zusammenlegen.

Die Zungen der Papageien sind, wenn auch nach einem gemeinsamen Grundplan gebaut, unter sich doch recht verschieden. Im allgemeinen sind sie von der Länge des Unterschnabels, aber weniger breit, sodass sie

*) Vergl. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. 13. N. F. 6, pag. 92.

denselben nicht ganz ausfüllen; sie sind dabei weich, dick, fleischig und sehr beweglich. Die Unterseite ist abgerundet, die obere mehr flach mit einer tiefen medianen Längsfurche, die an der Spitze auseinanderweicht, sodass sich hier eine Art Löffel bildet. An der Unterseite ist das Epithel im vorderen Teil stark verhornt und bildet gewissermassen einen Nagel. Bei den Loris*) *(Tricho-glossinae)* stehen auf der Oberseite des vordersten Viertels der sonst wie gewöhnlich bei den Papageien beschaffenen Zunge einige hundert 1.5 bis 2 mm langer steifer Borsten in dichten, dem Rande der Zungenspitze parallel laufenden Reihen, die nach hinten auseinanderweichen. Diese Borsten sind nicht vollrund, sondern etwas plattgedrückt und bestehen aus verhorntem festen Epithel, während sich unten ungefähr bis zum Ende des ersten Drittels ihrer Höhe eine Gefässschlingen enthaltende



Zunge und Rachenborsten von *Lorius garrulus*, etwas vergrössert.

a Borstenpapillen — *b* Nagel der Unterseite — *c* Papillenarme Strecke — *d* Dreieckige weiche Papillen an der Basis der Zunge — *e* Stimmritze — *f* Lange Papillen an deren Hinterrande. (Nach Weinland.)

*) Vergl. Weinland, D. J., in „Erinnerungsschrift z. G. a. d. VIII. Jahresversammlung d. deutsch. ornitholog. Gesellschaft". 1855. pag. LXIX.

Papille findet. Wahrscheinlich bedienen sich die Loris dieser Zungenbürste, um den Pollen von den Staubfäden der Blüten der Eucalyptusbäume abzubürsten.

Anders verhält sich die Zunge*) der Nestorpapageien *(Nestor)*, welche von manchen Forschern zu den Loris gestellt werden. Sie besitzt keine Papillenbürste an ihrem Vorderrande, aber die weiter oben erwähnte, für die Papageienzunge so charakteristische, nagelartige Hornplatte an der Unterseite ist in Gestalt einer Reihe über 2 mm langer, brauner Borsten über die Zungenspitze hinaus verlängert. Es sind ihrer etwa 50, die weiter nach hinten, indem sie dicker werden, dichter an einander rücken und endlich zur Nagelplatte miteinander verschmelzen, sodass diese ein streifiges Aussehen gewinnt. Am merkwürdigsten ist die Zunge des schwarzen Ararakakadus *(Microglossus aterrimus)* und sie gehört eigentlich unter die letzte Gruppe der abweichenden Vogelzungen. Sie ist nämlich sehr stark verkürzt und die allen Papageienzungen eigentümliche Löffelbildung der Oberseite ist hier stärker als bei irgend einer anderen Art ausgedrückt. Der Vogel kann die Ränder seiner Zunge einander bedeutend nähern, sodass fast ein Rohr zu stande kommt. Interessant ist die Färbung, die nicht mit dem schwarzen Gefieder, sondern mit der tiefroten Wangenhaut in Korrelation steht und wahrscheinlich auf der Gegenwart eines besondern Pigmentes beruht. Nur die hornige Spitze ist schwarz.

Über die gleichfalls aberranten Zungen der Entvögel, zu denen ich nach wie vor auch die Flamingos rechne,

---

*) Verf. Dorner, H., im „Zoolog. Garten". Bd. XIV, pag. 15.

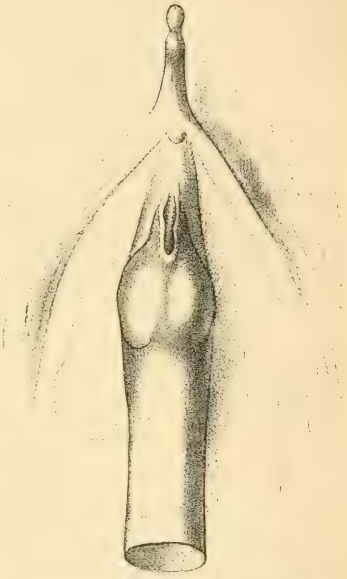
wurde weiter oben das Nötige gesagt. Betreffs der Zunge der Spechte sei hier noch hinzugefügt, dass sie in ihrem vorderen, stark zugespitzten Ende mit einer Reihe feiner, nach hinten gerichteter, scharfer Hornpapillen besetzt ist, die allerdings wie Widerhaken aussehen. Man hat daraus schliessen wollen, dass die Spechte ihre Nahrung anspiessen. Nun, Ameisen, das Hauptfutter der meisten Spechte, können sie sicher nicht damit anspiessen und — wer hat bis jetzt gesehen, dass sie andere, grössere Insekten so behandeln?*) Jene Widerhaken mögen zum Tastvermögen in Beziehung stehen oder sie sind auf Oberflächenvermehrungen zur ausgiebigeren Aufnahme des Leimspeichels dienlich.

Während der Zungenapparat der Kolibris in dem Bau seines knöchernen Gerüstes demjenigen der Spechte sehr gleicht, ist das, wie oben schon angedeutet wurde, betreffs der Zunge durchaus nicht der Fall. Die Zunge dieser entzückenden Wesen ist tiefgespalten und jede Hälfte stellt ein Halbrohr dar, die sich beide zur Bildung eines Rohres an einander legen. Dass die Kolibris von Insekten leben, ist unzweifelhaft, dass sie daneben aber auch Honig geniessen, ist ebenso gewiss. Sie saugen doch sogar Weintrauben aus (vergl. „Zoolog. Garten", XVII. Jahrg., pag. 310).

Die noch übrig bleibende Gruppe der abweichenden Vogelzungen ist die der rudimentären, die in verschiedenem Grade, aber alle stark verkürzt den Unterschnabel nicht

*) Die Notiz im „Zoolog. Garten", Jahrgang XV, pag. 34 beweist noch nichts. Die Verletzungen konnten die betreff. Grillen recht gut auch durch den Schnabel davongetragen haben.

entfernt ausfüllen. Verschiedener Vögel mit verkürzten Zungen haben wir schon gedacht, früher des Pelikans, der alle anderen in dieser Beziehung übertrifft, und soeben des Ararakakadus. Weitere solche Vögel sind sämtliche Verwandte des Pelikans, die Tölpel, Scharben und wie sie alle heissen. Ferner die eigentlichen Strausse *(Struthio* und *Rhea)*, die Sturmvögel *(Puffinus, Procellaria* und *Thalassidroma)*, die Albatrosse *(Diomedea)*, unter den Wadvögeln die Brachvögel *(Numenius)*, die Ibisse *(Ibis)*, Löffelreiher *(Platalea)*, die wunderlichen Kahnschnäbler *(Cancroma)*, weiter die Nachtschwalben *(Caprimulgidae)*, die Segler *(Cypselidae)*, die Eisvögel *(Alcedinidae)*, die Nashornvögel *(Bucerotidae)* und ihre nächsten Verwandten die Wiedehöpfe *(Upupidae)*. Man sieht eine systematisch sehr bunt zusammengewürfelte Gesellschaft, bei der auch die Form der Schnäbel eine ausserordentlich verschiedene ist, denn es sind lange breite, lange dünne, gewöhnliche und sehr kurze darunter. Also von durchgreifender



Zunge und Kehlkopf des Pelikans von oben.

systematischer Bedeutung ist die Kürze der Zunge bei den Vögeln nicht, auch steht sie nicht in umgekehrtem Verhältnis zur Länge des Schnabels, wie man früher wohl meinte. Es müssen Momente in der Lebensweise, d. h. in der Art der Ernährung bez. Nahrungsaufnahme sein, die so verschiedenen Vögeln die gleiche Eigenschaft anzüchteten, und vielleicht ist sie im Schlingen zu suchen, bei dem eine lange Zunge im Wege wäre. Freilich die Reiher, Störche und viele andere Vögel schlingen auch und haben doch normale Zungen. Nun, was noch nicht ist, kann vielleicht werden, denn nichts berechtigt uns zu der Annahme, dass die organische Welt mit der Jetztzeit ihren endgültigen Abschluss erreicht habe.

Es bleibt uns nur noch die Muskulatur des Zungenapparates zu betrachten übrig. Dieselbe ist eine doppelte, indem nämlich Muskeln vom Schädel, d. h. vom Unterkiefer, sowie von Teilen des Rumpfes und der Luftröhre als Zungenbeinmuskeln an das Zungenbein treten, oder von Teilen des Zungenbeines an andere als Zungenmuskeln. Die bei Säugetieren oft so bedeutend entwickelte innere, eigene Muskulatur der Zunge ist bei den Vögeln, soweit ich sie daraufhin untersucht habe, nicht nachzuweisen.

Zungenbeinmuskeln finden sich sehr konstant drei Paar. Stets vorhanden ist ein querer Unterkiefermuskel *(mylo-hyoïdeus)*, der jederseits an der Innenseite des vorderen Abschnittes der Unterkieferäste entspringt und sich, indem seine Fasern quer nach innen verlaufen, teils an die Unterseite des Zungenbeinkörpers setzt, teils an einen medianen Sehnenstreifen. Bei Raubvögeln ist

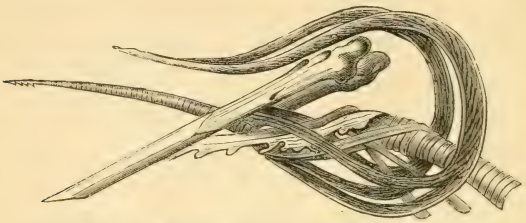
dieser Muskel besonders stark, schwach hingegen bei Enten. Bei Papageien ist er in zwei Portionen geteilt: eine vordere, die gar nicht zum Zungenbein in direkte Beziehung tritt, sondern sich mit ihrem Pendant bloss in dem medianen Sehnenstreifen vereinigt, und eine hintere, die an den Körper des Zungenbeins und an den Kiel *(urohyale)* tritt. Dieses Muskelpaar drückt das Zungenbein und damit die ganze Zunge nach oben.

Das zweite Paar ist der Heber des Zungenbeins *(gnatho-hyoïdeus)*, der jederseits von der äusseren Seite des hinteren Teils des Unterkiefers, z. T. auch von der Fascie des um den Unterkiefer herumgeschlagenen Teils des äusseren Kaumuskels liegt. Er teilt sich meist in zwei deutliche Zipfel (z. B. bei Raubvögeln, Papageien), der hintere, kürzere, aber meist breitere setzt sich an den Kiel, der vordere, längere und schmälere tritt an den Körper und den vordersten Teil der Hörner des Zungenbeins. Er hebt den ganzen Apparat und zieht ihn zugleich nach hinten.

Das dritte Paar, der tiefe Vorwärtszieher des Zungenbeins *(genio-hyoïdeus)*, entspringt jederseits unter und hinter dem queren Unterkiefermuskel an der Innenseite des Unterkiefers, ziemlich in der Mitte, geht nach hinten und inseriert in grosser Ausdehnung an den hinteren Teil des Zungenbeinhornes, um den sich ein Teil seiner Fasern herumschlagen. Dieses Muskelpaar zieht das Zungenbein nach vorn.

Neben diesen wohl bei allen Vögeln vorhandenen Zungenbeinmuskeln giebt es nun einige, die hin und wieder sporadisch als Sonderanpassungen auftreten. Der

bekannteste und eigentümlichste ist der Luftröhren-Zungenbeinmuskel *(tracheo-hyoïdeus)* der Spechte. Er entspringt beim Grünspecht etwa 18 mm unterhalb des



Zungenbein und Zungenbeinmuskulatur vom Grünspecht.

oberen Kehlkopfes von der Seite der Luftröhre, schlägt sich viermal spiralig um dieselbe herum, verläuft dann nach vorn, inseriert, nachdem er sich mit seinem Pendant gekreuzt hat, an die Basis des Hornes der entsprechenden Seite. Er zieht den Zungenbeinapparat mit grosser Gewalt zurück. Auch bei einigen andern Vögeln tritt ein *tracheo-hyoïdeus*, aber immer nur als einfacher gerader Muskel auf.

Auch sonst treten bei manchen Arten noch besondere Zungenbeinmuskeln auf. So findet sich nicht ganz selten ein Paar schwacher Muskelbündelchen, welche vom Gabelbein oder der Hinterseite des Brustbeins an den Zungenbeinkörper treten. Sie ziehen den Zungenapparat nach hinten und unten. Bei Raubvögeln *(Haliaëtus)* fand ich bisweilen ein von der Wirbelsäule (etwa in der Höhe des zweiten Halswirbels) kommendes und dort in der Fascie des vordern Seitwärtsbeugers *(intertransversarius anterior)* seinen Ursprung nehmendes jederseitiges Muskelbündelchen, das mit der hinteren Partie des Zungenbeinhebers an den Kiel des Zungenbeinkörpers inserierte.

Bei dem in so vielen Punkten abweichenden Pelikan zeigt auch dieser Teil der Muskulatur manches sehr eigentümliche, indem er zum Teil andere Funktionen übernehmend eine sehr modifizierte Anordnung hat. Die einzelnen Muskeln stehen nämlich in der nächsten Beziehung zum Kehlsack und können eigentlich kaum Zungenbeinmuskeln genannt werden. So zerfällt der quere Unterkiefermuskel zu einer Reihe schwacher Bündelchen, die in dem vorderen Teil des Kehlsackes in die Haut eingebettet von Unterkieferast zu Unterkieferast querüber verlaufen: wenn sie sich kontrahieren, drücken sie den Kehlsack stark nach oben an den Gaumen. Am stärksten bleibt der tiefe Vorwärtszieher des Zungenbeins, er läuft jederseits vom Winkel des Unterkiefers dicht neben dem der andern Seite nach hinten, um sich an den Körper und an die Hörner des Zungenbeins zu inserieren.

Vom Zungenbeinheber habe ich keine Spur finden können, an seine Stelle tritt aber ein ebenfalls in eine grosse Zahl von Bündelchen zerfallender Muskel, der das Zungenbein und damit den hinteren geräumigen Teil des Kehlsackes nach hinten und zugleich etwas nach oben bewegen kann. Diese äusserst zarten Muskelbündelchen entspringen in der Haut des Halses über dem Brustbein (daher bezeichnet sie Duvernoy richtig als *sterno-hyoïdei*), zum Teil auch von der Luftröhre, und treten an die Hörner in deren ganzen Ausdehnung. Ferner findet man bei diesem Vogel noch zwei zu einem medianen Muskel zusammengetretene Bündel, die von der Unterseite des vorderen Kehlkopfs entspringen und oben an die Vorderwand des Zungenbeinkörpers inserieren.

Zungenmuskeln sind meist vier Paar vorhanden, sehr selten mehr, häufig weniger.

Stets findet sich ein Nieder- und Vorwärtszieher der Zunge *(cerato-glossi)*, der mit dickem fleischigen Bauche von der Oberseite meist bloss des vorderen Abschnittes eines jeden Zungenbeinhornes entspringt und meist mit starker langer Sehne an den Innenknochen der Zunge *(entoglossum)* inseriert oder an den vorderen Teil des Zungenbeinkörpers. Beim Flamingo vereinigen sich die Sehnen beider Muskelbündel und treten zusammen an die Unterseite des, hier knorpeligen *entoglossum*.

Diese Muskeln ziehen die Zunge nach unten und hinten, wobei sich dieselbe biegt. Wirkt bloss einer der beiden Muskeln, so wird die Zunge zugleich etwas um ihre Längsachse gedreht.

Sehr häufig ist auch ein Horn-Zungenbeinmuskel *(cerato-hyoïdeus)*, der dann gleichfalls fleischig vom ersten Abschnitt des Zungenbeinhorns entspringt, nach innen verläuft und z. T. an den Kiel *(urohyale)* tritt, z. T. sich aber auch mit Fasern seines Pendants verwebt. Er wird die beiden Hörner einander nähern.

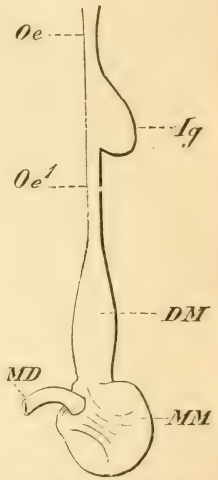
Ein öfters fehlendes Muskelchen (von Tiedemann *hyoglossus obliquus s. parvus* genannt) entspringt jederseits neben der Mitte des Zungenbeinkörpers und inseriert an die Hinterecke des *entoglossum*. Es zieht den freien Teil der Zunge und besonders ihre Basis nach unten. Wo die Zunge überhaupt rudimentär ist, fehlt es.

Ein Zungenbeuger *(hyoglossus rectus)* ist sehr allgemein verbreitet. Er entspringt mit kurzen Sehnen unten vom vorderen Teil des Körpers und inseriert an den

knorpeligen Vorderteil des *entoglossum*. Er zieht die Zungenspitze nach hinten und unten, wobei die Zunge gebogen wird.

Die gleichmässigste Entwicklung aller Muskeln des Zungenapparates unter den Vögeln finden wir bei Papageien, was für die Fähigkeit dieser Tiere allerlei Töne, selbst menschliche Worte, so ausgezeichnet nachzuahmen, vielleicht nicht ganz ohne Bedeutung ist. —

Die Speiseröhre*) liegt vor der Wirbelsäule, etwas nach rechts neben der Luftröhre. Sie ist im allgemeinen in der Ordnung der Vögel sehr weit, da sie ja, bei fehlendem Kauapparat in der Mundhöhle, grosse Bissen, oft sogar sehr grosse, passieren lassen muss. Am weitesten ist sie bei solchen Vögeln, die Fische u. dergl. ganz verschlingen. Die Wandungen der Speiseröhre zeigen denselben Bau und die nämliche Zusammensetzung im allgemeinen, wie das ganze Darmrohr der Vögel. Zu äusserst befindet sich die glatte Haut der s. g. *serosa*, dann folgt die Muskelschicht, deren glatte Muskelfasern in zwei antagonistisch wirkende Lagen angeordnet sind: aussen als Ring, innen als Längsmuskulatur, wie bei



Der Vorderdarm eines Vogels schematisch.

Oe, *Oe*¹ Speiseröhre — *Ig* Kropf — *DM* Drüsenmagen — *MM* Muskelmagen — *MD* Anfang des Mitteldarms. (Nach Wiedersheim.)

*) Für die Verdauungsorgane der Vögel vergl. besonders „Gadow, H." in Jenaische Zeitschr. für Med. und Naturw. Bd. 13, N. F. 6, pag. 92 ff. und 339 ff.

den Reptilien, während bei den Säugetieren das Verhältnis gerade umgekehrt ist. Die darauffolgende Schicht ist bindegewebiger Natur, gefässreich und führt, in Ermanglung eines besseren, den Namen der *submucosa,* während die innere Schleimhautschicht als *mucosa* bezeichnet wird. In dieser *mucosa* finden sich meist zahlreiche Drüsen verschiedener Art, neben kleinen wohl nie fehlenden Schleimdrüschen in grosser Anzahl solche, deren Sekret mit zur Einspeichelung der genossenen Nahrung zu dienen scheint, und zwar entweder zahlreiche, dicht gedrängt stehende kleinere oder grössere zusammengesetzte mehr einzeln stehende. Nicht selten ist die Speiseröhre innen stark gefaltet, d. h. im kollabierten Zustande, und dann stehen die grösseren zusammengesetzten Drüsen in der Regel auf der Höhe der Falten. Diese Faltung bedingt zunächst die enorme Ausdehnung, deren die Speiseröhre bei manchen Vögeln (Segler, Strausse, Reiher, Scharben u. s. w.) fähig ist, dann wird durch sie auch die secernierende Oberfläche vermehrt. Bei manchen Papageien sollen die Falten mit weissen „Hornspitzen" besetzt sein (Gadow).

Die Speiseröhre der Vögel ist nie eine rein cylindrische Röhre, sie verjüngt sich vielmehr umgekehrt kegelförmig oder trichterartig von der Rachenhöhle zum Magenmund. Dabei zeigt sie in der Regel noch lokale Erweiterungen, die bald wenig deutlich ausgesprochen sind, bald an der Vorderseite den sog. Kropf bilden. Ihr Endabschnitt, unmittelbar bevor sie in den Magen übergeht, ist ausgezeichnet durch den Besitz ansehnlicher Drüsen und tritt demzufolge dickwandig gegen den Verlauf der übrigen Speiseröhre vor und wird als Drüsenmagen bezeichnet.

Die Speiseröhre tritt in drei, aber nicht scharf gesonderten, vielmehr nach und nach in einander übergehenden Formen auf: als einfacher Trichter, oder mit lokalen Erweiterungen von verschiedenem Umfange, meist mit einer spindelförmigen, innen glatten und ohne Drüsen („Haut- oder Schlundkropf", Gadow), gelegentlich aber auch mit zwei, einer längeren und weiteren oberen und einer kleineren, engeren unteren.

Einfach ist die Speiseröhre bei den insektenfressenden Singvögeln, Spechten, Seglern, Kuckucksvögeln, den echten Straussen *(Struthio, Rhea)*, den Kiwi-Kiwis *(Apteryx)*, den meisten Wadvögeln, mövenartigen Vögeln, Entvögeln, Scharben und Sturmvögeln, Tauchern, Steissfüssen und Alken. Charakteristische Erweiterungen besitzt sie bei den Kasuaren, den Larventauchern *(Mormon)*, den Finken, Ammern, mehr kropfartige bei den Gimpeln, Kreuzschnäbeln, Paradiesvögeln, der männlichen Trappe, den Kolibris, den Papageien, Eulen und Weihen. Wahre Kröpfe finden sich bei den Tagraubvögeln, Hühnern, dem Marabu und den Tauben.

Der eigentliche Kropf ging jedenfalls aus einer lokalen einfachen Erweiterung der Speiseröhre hervor, die sich in dieser bei zu reichlicher Nahrungsaufnahme nach gefülltem Magen gebildet hatte. Welche Massen Futter z. B. Fische Pelikane oder Taucher in ihrer Speiseröhre beherbergen können, ist geradezu erstaunlich. Jene Erweiterungen wurden zu Reservoiren, die sich mehr und mehr von der Speiseröhre selbständig machten, sodass, wenn sie auch mit der einen Art Nahrung gefüllt sind, eine

andere, sowie Wasser, ungehindert in den Magen gelangen kann. Ausserdem traten Drüsen in ihnen auf, durch deren Sekret z. B. Körner und harte Sämereien erweicht wurden. Damit wurde der Kropf nicht allein ein Reservoir oder eine Speisekammer, wo überflüssige Nahrung, wie bei den Tagraubvögeln, einstweilen untergebracht war, er wurde wie bei den Hühnern und Kreuzschnäbeln z. B. zu einem wahren Hilfsorgan der Verdauung. Der gewaltige Kropf des Marabu, der aussen an dem nackten roten Hals wie ein Hutstumpen herabhängt und einer ganz bedeutenden Ausdehnung fähig ist, kann, wie uns Brehm berichtet, ungeheuere Bissen beherbergen.

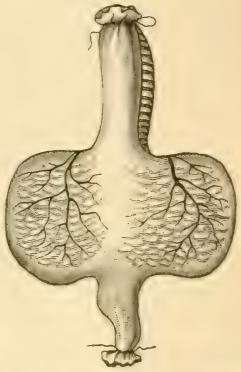
In besondere Beziehung tritt nun der Kropf zur Brutpflege.

Wahrscheinlich schon bei den Finken und Ammern, gewiss beim Kreuzschnabel dient die kropfartige Erweiterung der Speiseröhre zur Erweichung der Atzung für die Jungen. Manche Körnerfresser füttern ja in den ersten Tagen mit Insekten, aber der Kreuzschnabel ist einmal durch die Beschaffenheit seines Schnabels gar nicht in der Lage Kerbtiere fangen zu können, dann brütet er auch mit Vorliebe im Winter, wo zwar Meisen, Zaunkönige und Spechte animalische Kost zu finden wissen, der Kreuzschnabel aber sicher nicht.

Von besonderem Interesse ist mit Rücksicht auf die Brutpflege der Kropf der Tauben, den man früher (zuerst John Hunter 1786) für sehr drüsenreich hielt, und dessen Drüsen ein der Milch der Säugetiere ähnliches Sekret während der ersten Zeit, dass die Jungen gefüttert

würden, absondern sollte. Neuere Untersuchungen*) haben dargethan, dass beide Annahmen irrtümlich sind.

Der Kropf der nicht brütenden oder fütternden Tauben besteht in beiden Geschlechtern aus zwei seitlichen Taschen, die nur am Rand auf eine kurze Strecke eine Anzahl (6—8) Drüsenreihen hat, welche sich als Drüsenleisten von da weiter die Speiseröhre hinabziehen. Die Zwischenräume zwischen den Reihen am Kropfrand und den Leisten in der Speiseröhre sind vollkommen frei von Drüsen. Diese selbst sind zusammengesetzt schlauchförmig, wie sie auch in der Speiseröhre anderer Vögel (Krähe, Huhn u. s. w.) vorkommen. Das Sekret derselben ist schleimhaltig, und erweicht die Nahrung oberflächlich und macht sie schlüpfrig; es reagiert neutral.



Kropf der Junge fütternden Haustaube.

Die Kropftaschen selbst sind mit Pflasterepithel ausgekleidet. Ihr Epithel besteht aus drei gleich dicken Schichten und ist der ausschliessliche Sitz jener Substanz, welche man als „Taubenmilch" aufgefasst hat. Die unterste dieser drei Schichten liegt unmittelbar auf dem bindegewebigen Substrat der *submucosa* und besteht aus sehr flachen Zellen; die mittelste setzt sich aus polyedrischen,

*) Vergl. Teichmann, im „Archiv f. mikroskop. Anatomie", Bd. 34, pag. 235 ff., und Charbonnel-Salle u. Phisalix in „Compt. rend. Acad. franç." 1886, II, pag. 103 u. 286.

deutlich begrenzten Zellen zusammen, während die oberste, dem Lumen des Kropfes zugekehrte Seite aus hornigen, platten, sich fortwährend abblätternden Zellen besteht.

Die letzten Gefässverzweigungen entsenden, nachdem sie in der *submucosa* ein Netz mit sehr grossen Maschen gebildet haben, in die *mucosa* hinein zahlreiche gleichfalls Netze bildende Kapillaren. Von diesem Netz steigen Verästelungen bis zur Grenze der untersten und mittelsten Epithelschicht und bilden hier ein interepitheliales Netz. Die Gegenwart dieses sehr stark entwickelten Gefässnetzes, das vollständig auf die Seitentaschen beschränkt ist, steht offenbar im Zusammenhange mit deren zeitweiligen Funktion.

Die *mucosa* der Seitentaschen zeigt im gewöhnlichen, normalen Zustande wenig ausgeprägte und veränderliche Falten, die in ihrem Verlauf wesentlich dem Verlauf der unter ihnen gelegenen grösseren Blutgefässe entsprechen. In den tieferen Epithelschichten dieser Falten zeigen sich bei brütenden Tauben (Männchen und Weibchen teilen sich hier in dieses Geschäft) etwa am achten Tage des Brütens die ersten histiologischen Veränderungen. In der Nachbarschaft der Kapillaren findet eine lebhafte Zellteilung statt, welche zur Bildung von Epithelialknöspchen (*bourgeons épithelieux*) führen, von denen ein jedes einer Kapillarschlinge entspricht. Dieselben senken sich in dem Masse wie sie wachsen immer tiefer und tiefer in das Bindegewebe-Substrat ein, liegen dicht bei einander, und wenn die Jungen das Ei verlassen, erscheint bei den Alten das Epithel der Seitentaschen drei bis vier mal dicker als im normalen Zustande. Im Zentrum dieser Knöspchen findet sich

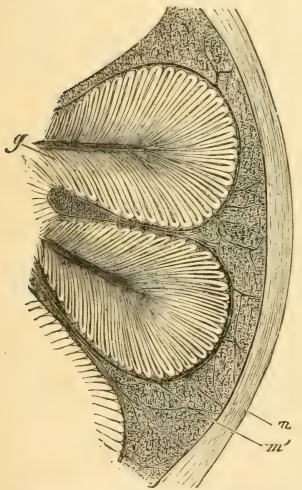
eine Anzahl hypertrophischer fettgefüllter Zellen. So kommen im Taubenkropf die vorübergehenden Bildungen zu stande, die den Typus einer einfachen blindsackartigen Drüse wiederholen. Eine derartige Entwickelung von den Epithelialknöspchen vermehrt die Oberfläche der *mucosa* beträchtlich und die erwähnten Falten dehnen sich in der Breite so aus, dass sie sich innigst berühren. Noch 14 Tage nachdem die Jungen ausgekrochen sind ist die Innenseite der Seitentaschen auch für das blosse Auge sehr charakteristisch verändert und produziert bis etwa zum 20. Tage jene ernährende aus den zerfallenden hypertrophischen fetthaltigen Epithelialzellen gebildete Masse, die von krümeliger Beschaffenheit ist, wie ranzige Butter riecht, keine Spur von Kaseïn und Milchzucker enthält, sich folglich nach keiner Richtung hin mit der Milch der Säugetiere vergleichen lässt. Schon Claudius *(prodromus disquis. de ingluvie columb. etc., Goetting. 1844)* weist nach, dass in dem Sekret keine dem Zucker oder der Stärke ähnliche Substanz vorhanden sei, wohl aber phosphorsauerer Kalk, der beste Knochenbilder.

Eine sehr merkwürdige Speiseröhre hat das überhaupt so seltsame Schopfhuhn *(Opisthocomus)*, die wesentlich anders beschaffen ist als bei irgend einem anderen Vogel. Es ist ein, auch in ungefülltem Zustande gleichmässig weiter Schlauch, der sich erst kurz vor dem Übertritt in den Magen plötzlich verengt und durch eine Anzahl seichter Einschnürungen fast das Ansehen eines Dickdarmes gewinnt. —

Der Endabschnitt der Speiseröhre, gewöhnlich, aber nicht richtig als Drüsenmagen oder Vormagen *(pro-*

ventriculus s. ventriculus succenturiatus) bezeichnet, bietet in der Reihe der Vögel eine Anzahl wesentlicher Verschiedenheiten nach Grösse der einzelnen Drüsen, nach ihrem Arrangement in einzelne Plaques oder als Ring, nach der Breite dieses Ringes, seinem Abstand vom Eingang in den eigentlichen Magen (Muskelmagen) u. s. w.

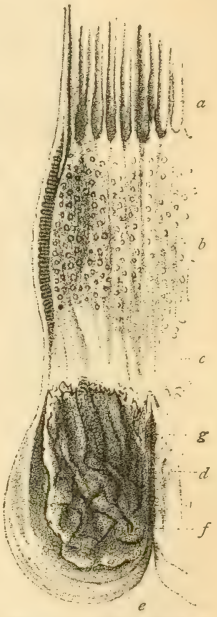
Durch die Gegenwart der Drüsen verdickt sich die Speiseröhre an ihrer Endstelle und springt der Drüsenmagen in der Regel vor, da er nicht wie der übrige Teil der Speiseröhre zusammenfallen kann. Gegen den Muskelmagen ist er meist durch eine Art Sphinkter abgeschlossen, der dadurch zu stande kommt, dass die Ringfasern der Muskelhaut sich hier häufen. Seiner Gestalt nach ist er meist rundlich oder länglich oval, er liegt unmittelbar unter der Herzspitze zwischen dem Unterrande der beiden Lungenflügel und wird vom linken Leberlappen bedeckt. Seine Grösse ist sehr verschieden, und wenn auch Tiedemanns Meinung (vergl. Zoologie 3. Band, pag. 419), dass er da klein ist, wo ein Kropf anwesend ist, und umgekehrt, im allgemeinen richtig ist, so wird seine Grösse ausserdem auch noch durch einen anderen



Durchschnitt durch die Wand des Drüsenmagens des Krammetsvogels, nach Gegenbaur.

g Ausführungsgang eines Drüsenfollikels — *m m'* Muskelschichten des Magens.

Faktor bestimmt, nämlich durch die Art der Nahrung, die ein Vogel geniesst. Freilich, muss ich gleich betonen, giebt es in dieser Beziehung seltsame Ausnahmen. Zu was, darf man gewiss fragen, brauchen die insektenfressenden Spechte einen so viel grösseren Drüsenmagen als andere insektenfressende Vögel? weshalb ist er bei den fischfressenden Sturmvögeln so kolossal entwickelt und bei dem gleichfalls fischfressenden Eisvogel fast rudimentär? Die Drüsen zeigen, sie mögen sonst so verschieden sein, wie sie wollen, das Gemeinsame, dass sie im Mittelteil des Drüsenmagens am längsten sind und nach dem oberen und unteren Rande zu nach und nach kleiner werden, dass sie weiter in der Regel eine rötliche Farbe haben, weil viele feine Arterien an diese einer starken Ernährung bedürfenden Organe treten, und dass sie endlich stets mit einer einfachen runden Öffnung münden. Wo der eigentliche Magen (Muskelmagen) stark und dickwandig ist, setzt sich der Drüsenmagen schärfer gegen ihn ab, als wenn er einen häutigen, dünnwandigen Sack darstellt, dann geht das Lumen des Drüsenmagens ziemlich kontinuierlich in das seinige über. Sehr gross ist der Drüsenmagen bei

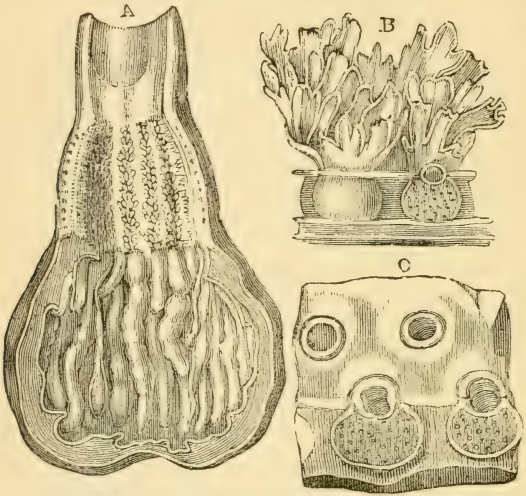


Magen von *Rhynchaetes jubatus*.

a Speiseröhre — *b* Drüsenmagen — *c* Drüsenlose Stelle zwischen demselben und dem *d* Muskelmagen — *e* Dessen schwache Wandung und *f* starke Kutikula — *g* Pförtner. Nat. Gr.

den Straussen und Kasuaren, den Pinguinen und den Sturmvögeln *(Thalassidroma* und ganz besonders *Procellaria)*, den kleinsten haben die Eisvögel.

Bei sehr vielen Vögeln (Papageien, Singvögeln u. s. w.) ist zwischen dem Vormagen und dem eigentlichen Magen

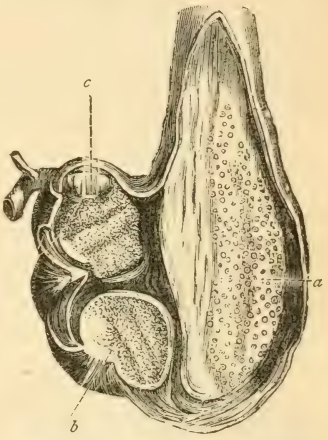


***A* Aufgeschnittener Magen der Salanganschwalbe — *B* Drüsen des Vormagens derselben — *C* Vormagendrüsen der gemeinen Hausschwalbe zum Vergleich.** (Nach Home.)

ein drüsenloser Zwischenraum, der sich beim Aniuma *(Palamedea cornuta)* blasig erweitern soll (l'Herminier).

Die Zahl der Drüschen ist oft eine sehr bedeutende, zählte doch Tiedemann beim grauen Reiher ihrer 1400. Man darf aber nicht übersehen, dass andere Vögel zwar weit weniger solche Organe haben, dass dieselben aber deshalb doch das nämliche und unter Umständen relativ

mehr leisten können. Denn es kommt ganz darauf an, ob diese Drüschen einfache cylindrische oder blindsackartige Gebilde sind, oder ob ihre innere Oberfläche durch weniger oder mehr zahlreiche Divertikel vergrössert ist. Bei Fleisch-, Fisch- und Insektenfressern sind die Drüschen meist einfach, bei Omnivoren erleiden sie Ausbuchtungen, die sich bei Vegetabilienfressern immer mehr entwickeln und bei Straussen ihr Maximum erreichen. Bei Entvögeln kommen im Vormagen zweierlei Drüsen vor: wenig zahlreiche grössere und sehr zahlreiche kleinere.



Magen des afrikanischen Strausses aufgeschnitten.

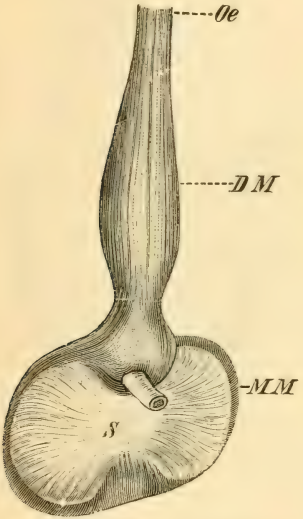
a Drüsenmagen (Scheibe) — *b* Vordere, *c* hintere Platte des Muskelmagens.

Die Vormagendrüsen der Salangane stehen in Längsreihen zusammen und sind auffallend gross, indem ihr Ausführungsteil sich über das Niveau der Wandung des Drüsenmagens erhebt und sich wie ein Blütenkelch ausdehnt. Es ist möglich, dass auch diese Drüsen sich durch gesteigerte Absonderung an der Lieferung des Materials zum Nestbau beteiligen.

Die Drüsen sind in der Regel als kontinuierlicher Gürtel angeordnet, bisweilen aber wird dieser Gürtel unterbrochen. So stehen sie beim Sperber nach Stannius (ich kann dies nach meiner Erfahrung nicht bestätigen) in vier getrennten Gruppen; bei manchen Schlangenhals-

vögeln *(Plotus Lavaillantii* und *melanogaster)* vereinigen sie sich in zwei einander gegenüber gelegene Scheiben, während bei *Plotus anhinga,* wie bei unserem Kormoran, den amerikanischen und afrikanischen Straussen bloss eine Drüsenscheibe, bei letzteren allerdings sehr gross, vorhanden ist.

Der eigentliche Magen oder der Muskelmagen *(ventriculus carnosus)* ist bei den Vögeln nach einem, allerdings durch Übergänge verbundenen doppelten Typus gebaut: er ist entweder chemische Retorte oder Mühle. Der erstere ist der ältere, der zweite der später erworbene Zustand, der indessen sekundär auch wieder verloren gehen konnte (Raubvögel).

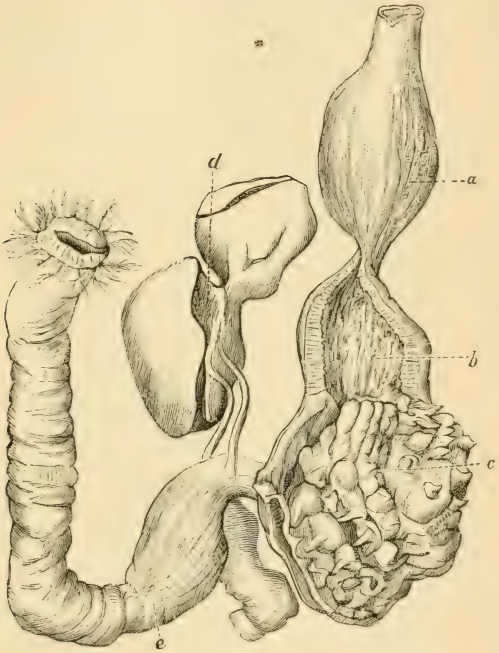


Muskel- und Drüsenmagen des Blesshuhns.

DM Drüsenmagen — *MM* Muskelmagen — *Oe* Speiseröhre — *S* Sehnenplatte des Muskelmagens. (Nach Wiedersheim.)

Der eigentliche Magen liegt unterhalb des Drüsenmagens links in der Bauchhöhle, meist zum grössten Teil hinter dem Brustbein und von der Leber bedeckt. Bei nicht wenig Vögeln indessen liegt er tiefer und beim Albatros reicht er gar bis zu den Schambeinen; immer ruht er, zufolge der Stellung der Vögel, auf dem Schlingenpaket der Gedärme. Seine kleine Kurvatur ist meist verhältnismässig gering, seine

grosse entsprechend bedeutend, da Magenmund und Pförtner einander nahe gerückt sind und zwar um so näher, je muskelstärker der eigentliche Magen ist.



Verdauungsorgane von *Carpophaga Goliath*.

a Speiseröhre — *b* Drüsenmagen — *c* Muskelmagen mit den Kutikularzähnen — *d* Leber — *e* Darm. (Nach Viallane.)

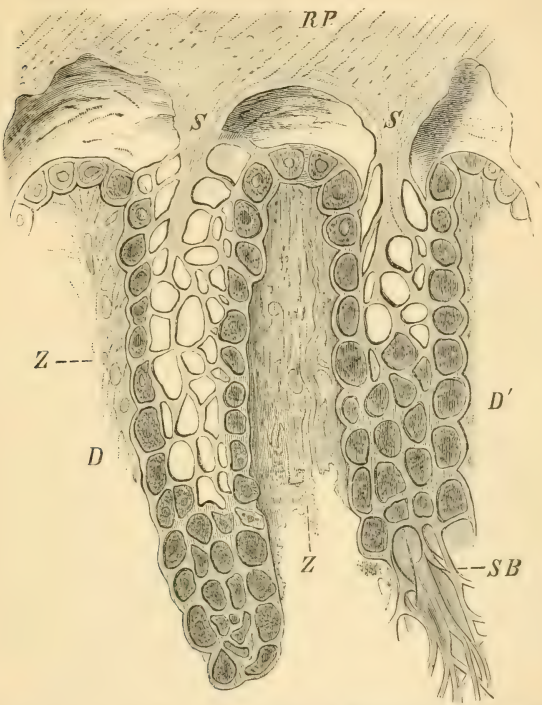
Die Innenseite des eigentlichen Magens der Vögel ist von einer eigentümlichen gelblichen Haut überzogen, die sich im Ganzen abziehen lässt, unter dem Mikroskop als aus verworren durchsponnenen Fäden bestehend erscheint

und eine beträchtliche Widerstandsfähigkeit besitzt, sich z. B. erst in Wasser von 180° C. anfängt langsam zu lösen und durch verdünnte Essigsäure nicht zum Quellen zu bringen ist. Je dünnwandiger der Magen, desto schwächer diese Haut, die bisweilen ein System harter Protuberanzen trägt, die sich zu wahren zahnartigen Gebilden entwickeln können. Dieses ist am stärksten der Fall bei einigen Fruchttauben (z. B. bei *Carpophaga Goliath* und *latrans)*; bei letzterem Vogel sind diese Zähne 4 mm hoch und haben einen Basaldurchmesser von 7 mm. Sie stehen auf den Muskelscheiben in je 3 Längsreihen zu 3 Stück (also zusammen 18) und auf den sehnigen Zwischenmuskeln auf dem einen 3, auf dem anderen 2 in einer Reihe*). Wahrscheinlich fressen diese Tiere keine weichen Früchte, sondern harte Kerne u. dergl.

Diese Haut besteht nun nicht etwa wie die übrigen Teile des Vogelkörpers aus Zellen, sie ist vielmehr ein erstarrtes Absonderungsprodukt feiner Drüsen auf der Innenseite des Muskelmagens, daher das gewundene Ansehen der Fasern, aus denen sie sich zusammensetzt. Eine jede solche Faser ist das Abscheidungsprodukt einer Drüse. Schon Cuvier hatte eine sehr bestimmte Ahnung von diesem Thatbestand: „Man bemerkt an ihr (der Innenhaut des Magens) keine Spur organischen Baues und sie scheint nur aus einer Art hornähnlich erhärteter von der inneren Haut ausgeschwitzten Gallerte zu bestehen“ (Cuvier, Vorles. über vergl. Anatomie, übers. von J. F. Meckel. 1810. T. III, pag. 417).

*) Vergl. Garrod, Proceed. Zoolog. Soc. of London 1878, pag. 102, und Viallani, Annali d. sc. natur., Ser. VI, Vol 7, 1878, pag. 3.

Wir haben es also bei dieser Haut mit einer Kutikularbildung, einem bei Wirbeltieren sehr seltenen Vor-



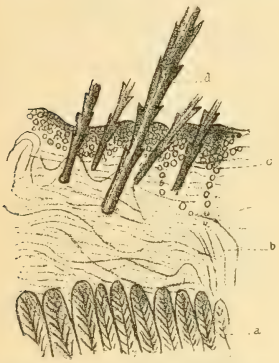
Durchschnitt durch die Drüsenschicht des Muskelmagens der Taube.

Stark vergrössert. Es sind zwei tubulöse Drüsen *(D D')* getroffen, im Innern derselben sieht man das erstarrte Sekretnetz, dessen Bälkchen *(SB)* mehr und mehr zusammentreten, um bei *SS* die Reibeplatte *RP* zu bilden. *ZZ* Die die einzelnen Drüsen trennende fibriläre Zwischensubstanz. (Nach Wiedersheim.)

kommen, zu thun und dass sie dieses ist, ermöglicht eine Art Häutung, bei der sie in toto abgestossen und aus-

geworfen wird, nachdem sich vorher unter ihr eine neue gebildet hatte. Vielleicht wird sie bei allen Vögeln abgestossen, ohne dass sie aber durch den Schnabel abgeht. Der letztere Fall wurde bei Nashornvögeln, bei Eulen *(Surnia noctua)*, der Misteldrossel, dem gewöhnlichen und Rosenstar und besonders beim Kuckuck beobachtet.

Die Innenhaut des Muskelmagens des Kuckucks beansprucht noch ein ganz besonderes Interesse. Seit Alters ging die Sage, der Kuckuck habe einen innen haarigen Magen, und das ist oftmals wahr, aber freilich sind die Haare nicht sein leibliches Eigentum, es sind vielmehr die abgebrochenen Borsten solcher haariger Raupen, die er unter allen Vögeln allein frisst, und die sich in die Kutikula einbohren. Das hat Nitzsch*) zuerst nachgewiesen, wozu er bemerkt: „Alle Haare des Magens verfolgen parallelisch eine Kreisrichtung um eine gemeinsame Querachse, deren Enden durch die beiden haarlosen Wirbel, welche den Centris der beiden äusseren Sehnenschichten der Magenseiten entsprechen, bezeichnet werden. Die kreisförmige Richtung der Haare um eine gedachte Querachse des Magens kann nur in Zusammenziehungen des



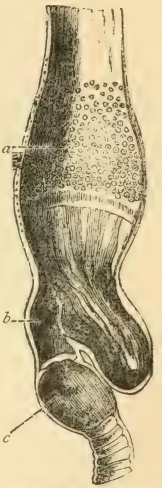
Schnitt durch das Innere des Muskelmagens eines Kuckucks.

a Drüsen — *b* Kutikula — *c* Pigmentierte Kügelchen in derselben — *d* Eingebohrte Raupenhaare.

*) In Meckels Archiv für Anat. u. Physiolog., Bd. 8, pag. 559.

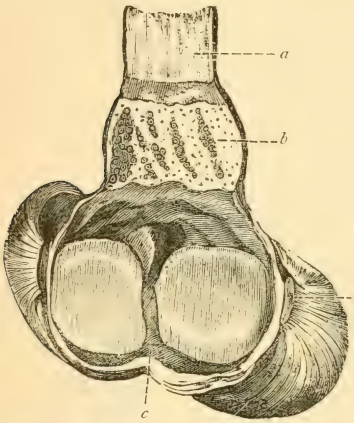
Magens ihren Grund haben, welche um dieselbe Querachse in einer in sich selbst zurückkehrenden Kreisrichtung wellenförmig fortschreitet". Das ist eine sehr wichtige Bemerkung, wie wir bald sehen werden. Auch bei einer Rohrdommel *(Ardea stellaris)* wurden nach Genuss von Bärenraupen *(Euprepia fuliginosa)* in der Kutikula des Muskelmagens eingebohrte Haare beobachtet (Naumannia 1856, S. 244).

Der häutige Muskelmagen hat in der Regel eine verkehrt eirunde Gestalt, das breite Ende nach unten, und ist von vorn nach hinten abgeplattet. In der Mitte jeder abgeplatteten Seite befindet sich ein sehniges Mittelfeld *(centrum tendineum)*, durch das die Muskulatur, die sonst in ihrer Anordnung ganz derjenigen der Speiseröhre gleicht, unterbrochen wird. Die Wandungen sind schlaff, von geringer Dicke und sind einer bedeutenden passiven Ausdehnung fähig. Innen ist der häutige Magen zwar auch von einer Kutikula ausgekleidet, dieselbe ist aber nur schwach, weich und nachgiebig. Als altertümlich, d. h. den bei Reptilien auftretenden Verhältnissen genetisch noch nahe stehend ist diese Eigentümlichkeit aufzufassen, wie sie uns bei Schwimm- und Wadvögeln entgegentritt. Bei den Raubvögeln *(Raptatores)* ist der Muskelmagen zwar in der Regel auch häutig, aber dass er so ist, beruht



Magen des Emu.
a Drüsen — *b* Muskelmagen — *c* Erweiterung am Pylorusteil des Dünndarms.

wohl als sekundär erworbene Eigenschaft auf der Art der Nahrung. Bei den Organisten *(Euphone)*, die fast ausschliesslich von weichen, saftigen Früchten leben, ist der Magen fast vollkommen rudimentär geworden, er charakterisiert sich nur als eine geringe Anschwellung des Darmrohres. Auch bei den Sturmvögeln ist er sehr gering entwickelt und scheint hier der so sehr ansehnliche Drüsenmagen seine funktionelle Rolle mit zu übernehmen.

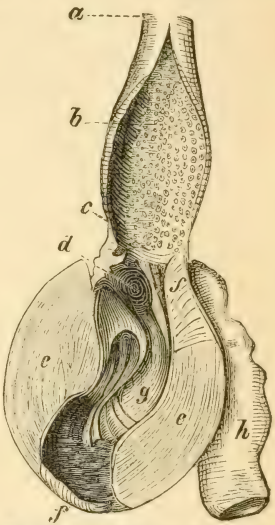


Magen des Höckerschwanz der Länge nach geöffnet.

a Speiseröhre — *b* Drüsen-, *c* Muskelmagen — *c' Centrum tendineum.*

Das andere Extrem der Entwickelung des Muskelmagens finden wir bei solchen Vögeln, die hauptsächlich oder ausschliesslich von Vegetabilien und zwar besonders von Körnern und Sämereien sich ernähren: Hühnervögel, Trappen, Schilfhühnchen *(Gallinula)*, Wachtelkönig *(Crex)*, Entvögel, Tauben und eine Anzahl Singvögel. Ein solcher Muskelmagen ist queroval und an Ort und Stelle *(in situ)* der Bauchhöhle steigt seine grosse Achse von links oben etwas nach rechts unten und er ist, aber nach den Arten in verschiedenem Grade, zusammengedrückt. Man kann vier Teile an ihm unterscheiden, die je zwei und zwei einander gegenüber

liegen: zwei derbe Seitenmuskeln *(musculi laterales)* und zwei zwischen ihnen, aussen als längliche Säcke vortretende schwächere *(musculi intermedii)*, die ersteren sind in ihrer ganzen Ausdehnung nicht von gleicher Stärke, ihr grösster Höhenmesser liegt central, sodass sie unter Umständen bis zur Halbkugelform gewölbt erscheinen. Zwischen beiden befindet sich das Mageninnere, ein länglicher Hohlraum, der sich nach oben und unten in je einen länglichen halbmondförmigen Sack fortsetzt, dessen überall gleich starken Wandungen von je einem Zwischenmuskel *(musculus intermedius)* gebildet wird. Von vorn angesehen zeigt jeder Seitenmuskel eine centrale, meist bläulich glänzende Sehnenscheibe, deren Fasern sich unter rechtem Winkel kreuzen. Die Winkel oberhalb und unterhalb der Kreuzungsstelle erscheinen muskulös, die rechts und links von derselben gelegenen sind mit Sehnenhaut überzogen, die an ihrem äusseren Rande direkt in Muskelfasern übergeht.

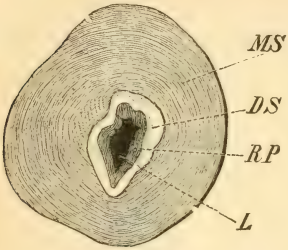


Magen vom Purpurhuhn ***(Porphyrio veterum)*** aufgeschnitten; vom Muskelmagen ist die linke Hälfte weggeschnitten. (Nach Pagenstecher.)

a Ende der Speiseröhre — *b* Drüsenmagen — *c* Übergang in den Muskelmagen *(Cardia)* — *d* Pylorusöffnung — *ee* Seitenmuskeln — *ff* Zwischenmuskeln — *g* Kutikularschwiele — *h* Dünndarm.

Die Fasern der Seitenmuskeln des Vogelmagens verlaufen alle von aussen nach innen. Nach aussen setzen

sie sich an die Sehnenscheibe, nach innen bilden sie die Polster, denen die stärksten Teile der inneren Hornschwiele aufliegen. Die central gelegenen Fasern verlaufen gerade, je mehr sie sich aber der Peripherie eines Seitenmuskels nähern, desto gekrümmter wird ihr Verlauf.



Durchschnitt durch die seitliche Partie des Muskelmagens vom Auerhahn.

DS Drüsenschicht — *L* Lumen des Muskelmagens — *MS* Muskelschicht — *RP* Reibeplatte. (Nach Wiedersheim.)

Zwischen den Extremen in der Entwickelung des eigentlichen Magens giebt es nun alle möglichen Übergänge und bei verwandten Vögeln kann er sich verschieden verhalten. Diejenigen Insektenfresser, welche sehr hartschalige Kerbtiere geniessen, besitzen, obwohl sie von animalischer Kost sich ernähren, also eigentlich Raubvögel sind, muskulöse Mägen, da ihre Nahrung ebenso wie Körner u. s. w. zerquetscht werden muss. Der gewöhnliche Bussard, der warmblütige Wirbeltiere, hauptsächlich Mäuse, frisst, hat einen häutigen Retortenmagen, ein naher Verwandter, der Wespenbussard, der ganz besonders Insekten liebt, schon einen ziemlich muskulösen Mühlsteinmagen.

Wie schwankend von Haus aus der Entwickelungsgrad der Muskulatur des Vogelmagens sein und wie sehr er durch die Nahrung beeinflusst werden kann, lehren einige interessante Beispiele. Schon John Hunter wies nach, dass der ursprünglich schwache, häutige, nur mit geringer Hornschwiele ausgekleidete Muskelmagen der Möve nach

fortgesetztem Füttern mit Körnern dickwandiger wurde und eine derbere Innenhaut erhielt. Eine periodische Veränderung (Zunahme) der letzteren konstatiert auch Edmonson bei den Silbermöven der Shetlandinseln, wenn sie im Frühjahr auf die Felder gehen und Getreide fressen, und Ménetries berichtet, dass bei einer Eule infolge anhaltender Ernährung mit Vegetabilien der Muskelmagen seine Gestalt veränderte und dass seine innere Haut derber, lederartig wurde.

In der Regel ist ein starker Muskelmagen bei den Vögeln mit einem Kropf oder doch ansehnlich erweiterter Speiseröhre verbunden und dauert die Verdauung ziemlich lange, indem die eingeweichte Nahrung aus dem Kropfe, der fünfmal mehr fasst als der Muskelmagen, in kleinen Portionen nach und nach in diesen übertritt: ein dem Wiederkäuen vollkommen analoger Vorgang, wenn er sich auch in anderer Richtung vollzieht.

Nach den ausgezeichneten Untersuchungen von Tiedemann und Gmelin führt ein gefüllter Kropf peristaltische Bewegungen aus, zieht sich zusammen und dehnt sich abwechselnd aus, und zwar wird diese Bewegung durch die Gegenwart von Nahrungsmitteln bewirkt, wodurch zugleich die Absonderung der Kropfflüssigkeit, die sich der Speise beimengt, vermehrt wird.

Aus der grossen Reihe von Untersuchungen, welche die beiden genannten Forscher machten, seien nur einige wenige hervorgehoben. Ein Bussard erhielt des Morgens um 8 Uhr 93 gr Rindfleisch, worauf sein Kropf eine stark angeschwollene Hervorragung bildete. Um 2 Uhr

mittags war derselbe noch z. T. gefüllt und abends um 7 Uhr enthielt er noch etwas. Weitere Versuche thaten dar, dass beim Bussard Fleisch 12 bis 17 Stunden im Kropf bleibt und zwar, wie es scheint, während der Nacht etwas länger als am Tage, wie überhaupt die ganze Verdauung nachts etwas langsamer vor sich geht.

Bei Hühnern bleiben harte Körner, wie Gerste und Mais, 12 bis 13 Stunden im Kropf, von dem letzteren war (er wurde nachmittags verfüttert, sodass die Nacht dazwischentrat) noch nach 20 Stunden etwas vorhanden. Brot und andere weiche Nahrungsmittel blieben bloss 5 Stunden im Kropf.

Eine Gans füllte sich, nachdem zunächst der Magen gefüllt war, auch ihre sich erweiternde, aber kropflose Speiseröhre. Nach 7 bis 8 Stunden war aus dieser alles in den Magen übergetreten. Beiläufig sei bemerkt, dass 90 gr Gerste täglich ausreichen, eine Gans von 4 k auf dem status quo zu erhalten.

Die Verdauung in den dünnwandigen Mägen ist, wie wir seit den Untersuchungen von Réaumur und Spallanzani wissen, keine mechanische, sondern eine rein chemische. Sie lieferten den Nachweis, dass dem so sei, indem sie Nahrungsmittel in durchbrochene Metallröhrchen eingeschlossen von den betr. Vögeln verschlucken liessen. Réaumur gab auf diese Art behandelte zarte Knochen junger Tiere an Raubvögel. Nach Verlauf von 24 Stunden wurden die Röhren ausgebrochen und erwiesen sich als leer. Der Forscher kommt zu dem Schluss, dass sich im Raubvogelmagen Knochen noch rascher verdauen, als entsprechend grosse Stücke Fleisch. Manche

Raubvögel scheinen auf den Genuss von Knochen teilweise mit angewiesen zu sein, wie namentlich die Geieradler *(Gypaëtus)*, in deren Mägen man schon halbverdaute Ziegenschulterblätter gefunden hat. Schinz holte aus dem Kropf eines einzigen Lämmergeiers ein gegen 5 Zoll langes Stück vom Hüftknochen einer Kuh, ein $6^1/_2$ Zoll langes Schienbein und ein Stück Rippe einer Gemse.

Ähnlich wie Réaumur experimentierte Spallanzani mit Adlern, Falken und Eulen. Er kam zu folgenden Resultaten: Fleisch in Röhren wird vollkommen verdaut, ebenso Knochen; mit Leber, Hirn und gewöhnlichem Muskelfleisch vollzieht sich der Prozess rascher als mit Herz und Sehne. Federn, Haare, Leder und Schmelz der Zähne werden nicht verdaut. Erbsen, Bohnen und Weizenkörner roh oder gekocht in Röhren eingeschlossen, werden bloss erweicht.

Gänsen wurde Gerste in, des Muskeldruckes des Magens halber, sehr starke durchbrochene Röhren eingeschlossen beigebracht; dieselbe war auch nach längerem Aufenthalte im Magen nicht wesentlich verändert, sodass also bei den Körnerfressern die Funktionen des Muskelmagens weit mehr mechanischer wie chemischer Natur sind.

Alle ausschliesslich oder teilweise von härteren Vegetabilien lebenden Vögel verschlingen ansehnliche Massen harter Steinchen, besonders Quarzkörner, die sich im Magen abschleifen, rund und immer kleiner werden. Beim Auerhahn sind sie meist besonders schön und führen den Namen „Perlen", den ihnen der Weidmann beilegt, mit vollem Recht. Blumenbach erzählt, dass zu seiner Zeit, als man bloss Segelschiffe kannte, die

Seefahrer feinen Kies für die Hühner mitnahmen, da dieselben erfahrungsmässig ohne Genuss desselben stark abmagern.

Der stark entwickelte Muskelmagen der betr. Vogelarten ersetzt die Kaumuskulatur und seine innere Kutikularschwiele nebst jenen Steinchen das mangelnde Gebiss, eine Auffassung der Sache, welche schon der alte Redi hatte. Manche Vögel kauen mit dem Magen, und die Kraft dieses Kauapparates ist eine gewaltige. Beim verdauenden Truthahn kann man, wenn man den Vogel einigermassen an das Angefasstwerden gewöhnt hat, die Thätigkeit des Muskelmagens an einem reibenden, und, zufolge der Gegenwart der mineralischen Körperchen, knirschenden Geräusch auch von aussen vernehmen. Versuche haben dargethan, dass krummgebogene Münzen, die man Straussen mit dem Futter eingab, auf der konvexen Seite abgeschliffen wurden, während auf der konkaven das Gepräge intakt blieb, woraus zu folgern ist, dass jene Münzen bloss von der mechanischen Kraft des Muskelmagens, aber nicht vom Magensaft, der doch allseitig wirken müsste, angegriffen waren, — dass, wie schon Felix Plater erzählt, ein Onyx in dem Magen einer Henne in vier Tagen um ein Viertel kleiner und, nach dem Bericht von Swammerdam, ein Louisd'or innerhalb ganz kurzer Zeit bei einer Ente um $0._{75}$ gr leichter geworden war. Spallanzani beobachtete, dass kleine Glaskugeln im Magen eines Huhnes nach drei Stunden in kleine Stücke zermalmt und zuletzt in ein feines Pulver verwandelt, und dass an einem Granat in dem Magen einer Taube nach vier Wochen alle Ecken abgeschliffen waren.

Bei Untersuchungen, die Réaumur vornahm, stellte sich heraus, dass durchbohrte Röhren von Eisenblech, die oben und unten mittels angelöteter Deckel geschlossen waren und nur durch eine Belastung von 80 Pfund etwas eingedrückt werden konnten, in den Mägen von Truthähnen schon innerhalb 24 Stunden plattgedrückt und zum Teil aufgerollt waren. Ihre Schliessdeckel waren verbogen und ausgetrieben. 24 Stück Walnüsse waren bei einem Truthahn und eine Anzahl Haselnüsse bei einem Haushahn in 4 Stunden zermalmt. Allerdings behauptet Lichtenberg, die Walnüsse würden beim Puter nicht durch die Kraft des Muskelmagens zerdrückt, sie würden vielmehr im Kropf durchfeuchtet und platzten demzufolge.

Wie haben wir uns nun die Bewegungsvorgänge im Muskelmagen der Vögel zu denken? Früher dachte man sie sich so, dass die beiden Seitenmuskeln sich um einen gemeinsamen Mittelpunkt drehten und zwar gleichzeitig nach entgegengesetzten Richtungen um einen rechten Winkel. Diesen Vorgang bezeichnete man als „Trituration", Zerreibung. Abgesehen davon, dass sich die Sache von vornherein sehr plausibel ausnahm, schien auch sonst noch mancherlei dafür zu sprechen: das knirschende Geräusch, das man am verdauenden Truthahn wahrgenommen hatte, die Beschaffenheit der verschluckten Steinchen und ganz besonders die früher erwähnte Anordnung der in die Hornschwiele des Kuckucksmagens eingebohrten Raupenhaare. Diese doch sassen in konzentrischen Kreisen oder weitläufigen Spiralen in beiden Magenhälften, wie etwa die Haare auf dem Deckel eines Cylinderhutes, was die Triturations-Hypothese ausserordentlich zu unterstützen schien.

In neuerer Zeit sind gegen diese alte landläufige Ansicht Bedenken erhoben worden, denen namentlich Garrow*) Worte verliehen hat. Nach diesem Forscher besitzt der Muskelmagen der Vögel keinen Mechanismus, der eine reibende Bewegung der einen Muskelscheibe gegen die andere vermitteln könne, schwerlich würde auch der Kutikularüberzug der Innenseite ein derartiges anhaltendes Scheuern, wie es mit einer solchen Bewegung notwendigerweise verbunden ist, aushalten können. Ausserdem sind bei gemästeten Hausgänsen die Mägen oft genug so in Fett eingebettet und in so hohem Grade mit der Bauchwand verwachsen, dass jede laterale Bewegung einfach unmöglich wird.

Wenn muskulöse Gewebe sich zusammenziehen, ändern sie bekanntlich ihr Volumen nicht, sondern gewinnen an Breite, was sie an Länge einbüssen, daher muss eine grosse, aus kurzen, dicht aneinander liegenden Bündelchen bestehende Muskelmasse beim Zusammenziehen ihren Umriss sehr ändern, indem sie sich entsprechend stark verbreitert. Wenn man dieses im Auge behält, sei, meint Garrow, die Thätigkeit des Muskelmagens der Vögel leicht zu erklären.

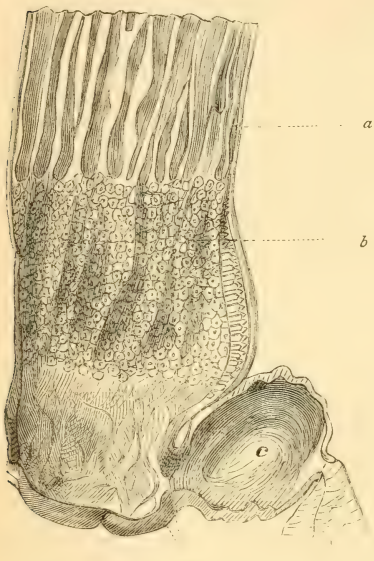
Jene beiden gewaltigen Seitenmuskeln mit ihren von vorn nach hinten verlaufenden Fasern lassen, wenn sie nicht angespannt sind, eine geräumige Höhle zwischen sich, in die Körner und Steine durch die gleichzeitige Zusammenziehung der Säcke des oberen und unteren Mittelmuskels gepresst werden. Wenn diese vollständig

*) Vergl. Proceedings Zoolog. Soc. 1872, pag. 525.

kontrahiert sind, dann treten die Seitenmuskeln in Thätigkeit und dadurch, dass sich die Centralsehnen der inneren Hornkutikula und weiter einander stark nähern, werden sie seitlich stark ausgedehnt. Aber diese Ausdehnung kann nur in einer Richtung stattfinden, nämlich nach dem Hohlraum des Magens zu, denn die beiden Sehnen verlaufen schräg zu einander und beim Zusammenziehen der ganzen Masse kann sich diese nur nach der Basis des Dreieckes hin ausdehnen. Die Bewegung in dieser Richtung wird auch noch gefördert durch die Anordnung gewisser Muskelfasern, die von einem Rande der über ihr befindlichen, im schlaffen Zustande konkaven Hornschwielen bogenförmig zum anderen verlaufen. Wenn diese Fasern sich zusammenziehen, so geht die Mageninnenseite aus der konkaven Beschaffenheit nach und nach durch die Pressung in eine konvexe über, der Magenraum wird verkleinert, indem sich die Seitenmuskeln so stark nähern und gegen einander gedrängt werden.

Der Muskelmagen ist meistens in der Nähe seiner Übergangsstelle in den Dünndarm (des Pförtners oder *pylorus)* weniger dickwandig und bildet bei einer Reihe fischfressender Vögel (Taucher, Steissfüsse, Scharbenvögel und besonders Reiher) einen Nebenmagen, indem er sich etwas vor dem Pylorus verengt, dann sich wieder erweitert, um sich am Pförtner wieder zu verengen. Dieser Nebenmagen ist nicht als ein erweiterter Teil des Dünndarmes anzusehen, denn er ist bei einigen Vögeln (Steissfüsse) innen ebenso wie der eigentliche Magen von der Hornkutikula ausgekleidet. Ein ähnlicher Nebenmagen findet sich bei Krokodilen.

Bei Vögeln mit starkem Muskelmagen, besonders bei Körnerfressern und solchen, die häufig Steinchen verschlucken, findet sich am Pförtner ein Klappenapparat in Gestalt entweder bloss einer halbmondförmigen vor ihm in den Magenhohlraum vorspringenden Falte oder es liegt hinter dieser noch und zwar im Dünndarme selbst eine zweite (bisweilen sind es zwei einander gegenüber gelegene) Falte, die in entgegengesetzter Richtung vorspringt. Beide erschweren den Übertritt grösserer Körper aus dem Muskelmagen in den Darm.



Aufgeschnittener Magen eines Pelikans.

a Ende der Speiseröhre mit vorspringenden Falten — *b* Drüsenmagen — *c* Nebenmagen — *d* Pförtner.

Der Darmkanal ist im allgemeinen bei den Vögeln kürzer als bei den Säugetieren, und wie wir es allgemein in der Tierreihe sehen, so ist er auch hier bei den Pflanzenfressern länger als bei den Fleischfressern; es verhält sich beispielshalber die Länge des Körpers zur Länge des Darmes beim Kauz wie 10 zu 19, bei der Krähe wie 10 zu 33, beim Buchfinken wie 10 zu $37{\cdot}_5$ und beim

Haushahn wie 10 zu 40.7. Übrigens schwankt das Verhältnis der Länge des Darmrohres zu der des Körpers individuell sehr, wenigstens nach den Untersuchungen, die Custos an 30 Stück Tauben einer Rasse und aus einem Schlage und von fast gleicher Körpergrösse vornahm:

Länge des Darmes in Centimeter:	Zahl der Tauben:
96—100	1
100—102	1
102—105	6
105—110	9 (Maximalzahl)
110—115	5
115—120	4
120—125	3
125—130	1
	30 Tauben

Der ganze Darmkanal wird durch Hautfalten unter sich und an die Wirbelsäule befestigt.

Wir unterscheiden am eigentlichen Darm den Dünndarm und den Dickdarm. Der Dünndarm mit dem Pförtner am Magen beginnend zeichnet sich namentlich bei gefrässigen Vögeln, ganz besonders beim Seidenschwanz, durch eine beträchtliche Weite aus. Seine Muskulatur ist aussen ringförmig, nach innen der Länge nach angeordnet; oft finden sich nach innen sehr ansehnliche Zotten, die nicht bloss relativ, sondern sogar absolut grösser sein können

als beim Menschen, so beim Bussard; ja beim Haushahn können sie im oberen Teil des Dünndarms zweimal so lang sein. Es lässt sich nicht mit Unrecht vermuten, dass auch in diesen Erscheinungen mit dem Flugvermögen korrelativ erworbene Ersparnisse an Gewicht vorliegen: der Darm wurde den Reptilien gegenüber wesentlich kürzer, um aber seiner Aufgabe, Nahrungssaft zu resorbieren, völlig gerecht werden zu können, musste sich seine innere Oberfläche zu ansehnlichen Zotten, mit denen sich noch oft zahlreiche Fältchen verbinden, entwickeln. Da auf diese Art die Innenfläche des Dünndarmes viel komplizierter erscheint als beim Menschen, so muss das Verhältnis des Quadratinhaltes der inneren Oberfläche zur äusseren auch eine viel bedeutendere sein, als bei diesem; wir wissen aber, dass bei einem Menschen von $1._{72}$ cm Höhe die Aussenfläche des Darmes 2000, die innere 20000 □cm Flächeninhalt hat. Zwischen den Zotten finden sich häufig ansehnliche Drüsenherde, die wir als Peyersche Plaques bezeichnen können. Gelegentlich kommt noch bei einzelnen Individuen, namentlich bei jüngeren Vögeln am Dünndarm eine eigentümliche, oft hohle Warze vor, der Rest des Dottersackes, gewissermassen ein innerer Nabel.

Nach den Untersuchungen von Custos (Archiv f. Anat. und Physiol. 1873) kommen auf 1 gr Körpergewicht bei den Vögeln im Minimum (Haustaube) $0._{41}$ □cm Darmfläche, im Maximum (Bekassine) $1._{16}$ □cm, im Mittel $0._{80}$ □cm auf 1 gr Körpergewicht. Fleisch-, Pflanzen- und Allesfresser weisen in dieser Beziehung keine charakteristischen Unterschiede auf.

Ein eigentümliches Verhalten zeigen die an der Stelle, wo der Dünndarm in den Dickdarm übergeht, gelegenen Blinddärme. Meist sind es ihrer zwei, sehr selten (Kranich) nur einer oder sie fehlen ganz, wie bei den Papageien, den Nashornvögeln, der Lerche und anderen mehr. Sie sind auch bei naheverwandten Vögeln in ihrer Entwickelung sehr schwankend. Bei den Adlern und Geiern sind sie äusserst klein, bei den Tauben kurz, bei den Hühnern meist ansehnlich, bei dem Birkhuhn sogar enorm entwickelt, und während der Kasuar keine Blinddärme besitzt, erreichen sie beim Strauss eine Länge von zwei Fuss. Ihre physiologische Bedeutung ist nicht recht klar und ihr schwankendes Verhalten bei nahe verwandten Vögeln trägt nicht dazu bei, es uns klarer zu machen.

Gadow hat in seiner öfters erwähnten bahnbrechenden Arbeit auch die Blinddärme der Vögel untersucht und ist zu folgenden Resultaten gekommen, die uns freilich über die physiologische Bedeutung dieser Organe auch nicht weiter aufklären. Nach Gadow sind grosse Länge des Darmes und rudimentäre Blinddärme stets auch mit einem geringen Durchmesser des Darmes verbunden; Beispiele finden sich sowohl unter solchen Vögeln, die von animalischer (Scharbenvögel, Reiher u. s. w.) wie unter solchen, die von vegetabilischer Kost (Papageien, Tauben) leben. Hingegen sind bei Insekten- und Fruchtfressern rudimentäre Blinddärme mit einem kurzen aber entsprechend weiten Darm verbunden. Eine möglichst grosse Entwickelung der Darmoberfläche, d. h. ein langer und weiter Darm nebst grossen Blinddärmen findet sich bei Entvögeln, Hühnern und Straussen.

Die nebenstehende Liste (nach Gadow) giebt eine Übersicht über die Verhältnisse der Grössenentwickelung der Blinddärme in Beziehung zu der Art der Nahrung der verschiedenen Vogelgruppen, der Erklärung der physiologischen Bedeutung dieser Organe werden wir hierdurch aber, wie erwähnt, nicht näher gerückt. Auch dass sie sehr lang nur bei Vegetabilienfressern seien, ist nicht so ganz feststehend. Enten sind ebensogut karnivor wie pflanzenfressend und von den Rallen möchte ich sogar behaupten, dass sie ersteres mehr als letzteres sind.

Der kurze, selten mehr als ein Zehntel Körperlänge messende Endabschnitt des Darmrohres ist eigentlich nur ein Mastdarm, da er nirgends, als mit Ausnahme des afrikanischen Strausses, Krümmungen besitzt, also sich nicht zum Grimmdarm entwickelt. Die Muskulatur tritt nicht, wie bei den Menschen und bei den meisten Säugetieren, zu Bändern zusammen, sondern überzieht den Enddarm ganz gleichmässig; nur der Strauss macht auch hiervon eine Ausnahme, indem er hier ein einfaches Muskelband besitzt. Innen ist der Enddarm mit Falten und zahlreichen Zotten versehen, zwischen denen sich einzelne kleine Drüschen befinden.

Der letzte Teil des Enddarmes bildet eine sackartige Erweiterung, die bei den verschiedenen Vogelarten eine verschiedene relative Grösse besitzen kann. Es ist dies die sogenannte Kloake. In diesen häutigen Sack münden verschiedene Kanäle und Hohlräume, zunächst nach oben durch eine muskulöse Ringfalte verschlossen der Mastdarm, an jeder Seite die einfachen Grübchen, die Harnleiter und neben diesen die Ausführungsgänge der Geschlechtswerk-

Die Blinddärme sind:

fehlend:	rudimentär:	mittellang:	lang:	Nahrung:
Papageien	Tauben			Cerealien
Kuckucksvögel zur Hälfte				Früchte
Kuckucksvögel zur Hälfte, Spechte, Langhänder	Sperlingsvögel	Cuculus, Coracias	Caprimulgus	Insekten und Sämereien
	Tagraubvögel, Möven, Sturmvögel, Ruderfüsser, Reiher, Eisvögel	Raubmöven, Taucher, Lummen, Steissfüsse, Pinguine	Nachtraubvögel	hauptsächlich Wirbeltiere
	Glareola, Scolopax rusticola und major, Strepsilas	Grallae		Würmer, Gliederfüsser, Weichtiere
	Kasuar	Flamingo*)	Entvögel, Rallen, Hühner, Alektoriden, Straussvögel	Vegetabilien

NB. Die Ausnahmen sind gesperrt gedruckt.

*) Ich zähle nach wie vor den Flamingo zu den Entvögeln. W. M.

zeuge und nach hinten mittels eines queren Schlitzes ein sehr eigentümliches Organ, das als Beutel des Fabricius bezeichnet wird. Dieser häutige Blindsack, der bei jüngeren Vögeln ansehnlicher ist als bei älteren, sich also im Verlaufe der individuellen Entwickelung rückbildet, ist von zweifelhafter Bedeutung. Der Entdecker Fabricius von Aquapendente hielt ihn für ein *receptaculum seminis,* d. h. für einen Behälter, in dem das begattete Weibchen Teile der männlichen Samenflüssigkeit zur gelegentlichen Befruchtung späterer Eier bewahre. Schon Reynier de Graaf macht darauf aufmerksam, dass sich die *bursa Fabricii* in beiden Geschlechtern findet, was allerdings noch keine direkte Widerlegung der älteren Ansicht einschliessen würde, denn Organe, die zunächst nur für das weibliche Geschlecht von Bedeutung sind, können sich ja durch fortgesetzte Vererbung auch auf das männliche Geschlecht übertragen. Gewichtiger ist der Einwurf, dass noch kein Mensch auch bei frisch begatteten Vögeln je Samenelemente in diesem Organe gefunden hat, und zweitens wäre es nicht recht deutlich, wie darin aufgespeicherter Samen bis hinauf in den obersten Abschnitt des Eileiters, in dem die Befruchtung sich vollzieht, gelangen könnte. Geoffroy St. Hilaire verglich die *bursa* mit der Cowperschen Drüse, Martin St. Ange mit der Prostata und Aemilius Huschke mit einer primitiven Harnblase, wobei er freilich übersah, dass bei Repitilien die Harnblase vor der Kloaka liegt und dass sich bei Vogelembryonen ein ähnliches Verhalten findet. Morgagni, Perault und Tiedemann sahen in dem Fabricischen Beutel ein Sekretionsorgan, ähnlich der Analdrüse mancher

Säugetiere, aber Stieda hat in jüngerer Zeit nachgewiesen, dass nach der anatomischen Beschaffenheit des Organes in Frage von einer Sekretion in demselben nicht die Rede sein kann, wohl aber finden sich nach diesem Forscher in der Wandung eigentümliche spezifische Oberhautgebilde, deren Bedeutung, sowie die des ganzen Organes, vorläufig noch rätselhaft bleibt.

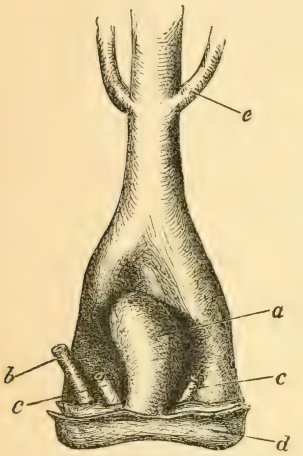
In neuerer Zeit sind zwei Arbeiten veröffentlicht worden, die sich mit dem Bau dieses Organes zwar eingehender beschäftigen, aber die Frage nach seiner physiologischen bezw. morphologischen Bedeutung der Beantwortung auch nicht näher gebracht haben.

Den gröberen Bau behandelt eine Arbeit von Forbes*). Nach diesem englischen Anatomen zerfällt die Kloake der Vögel eigentlich in drei über bez. unter einander gelegene Abschnitte. In den ersten mündet der Mastdarm, in den zweiten die Ausführungsgänge des Harn- und Geschlechtsapparates, in den untersten die *bursa Fabricii*. Sie bildet bei guter Entwickelung eine sackartige Tasche mit meist dicken, drüsigen Wandungen, die hinten und oben blind endet, und in die Kloake mit einfacher runder Öffnung ohne Klappenapparat mündet, vorher aber in der Regel zu einer Art Ausführungsgang sich verengt.

In der Jugend ist sie ansehnlich, atrophiert aber bei fast allen Vögeln in höherem oder geringerem Grade bis zum vollkommenen Verschwinden. Aber der Zeitpunkt des Verschwindens scheint in den verschiedenen Vogel-

*) Vergl. Proceedings Zoolog. Soc. of London 1877, pag. 304 ff.

gruppen zu differieren. Im allgemeinen beginnt der Schwund, wie es scheint, sobald die Tiere ausgewachsen sind, z. B. bei Tauben im sechsten, bei Hühnern im achten Monat. Bisweilen indessen erhält sie sich lange vollständig, unter Umständen zeitlebens. Bei der Atrophie verengt sich im allgemeinen der Hohlraum des Sackes und der Ausführungsgang verschliesst sich durch Verwachsung.

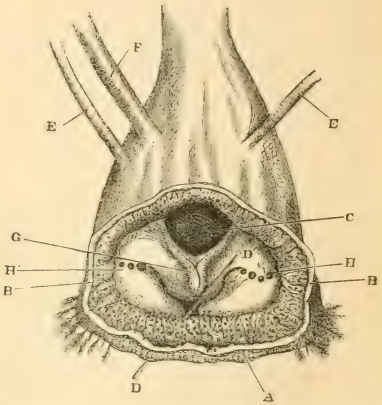


***Uria troile*, Kloakenpartie von hinten.**

a ***Bursa Fabricii*** — *b* Eileiter — *c c* Harnleiter — *d* Afterschliessmuskeln — *e* Blinddärme. (Nach Forbes.)

Bei den Singvögeln ist diese *bursa* klein, birnförmig und scheint bei ausgewachsenen Tieren vollkommen zu verschwinden. Bei Pfefferfressern bleibt nur an der Stelle der alten Einmündung in die Kloake ein kleines Grübchen. Bei Kuckucken erscheint sie keulenförmig mit stark verlängertem Ausführungsgang, bei Papageien sack- und bei Tagraubvögeln birnförmig. Bei den scharbenartigen Vögeln ist sie ein grosser, sehr dickwandiger Sack, ähnlich auch bei den Reihern, scheint hier aber im Alter zu verschwinden, bei Tauben tritt dieser Fall schon sehr zeitig ein. Enten von 16 bis 18 Jahren zeigten keine Spur mehr von ihr und bei Hühnern ist sie in der Jugend röhrig bis birnförmig,

wird später zu einer Art massiven Ligaments und verliert sich schliesslich in dem Bauchfellüberzug des Enddarmes. Bei Möven erscheint sie als kleine Tasche und bei erwachsenen Alken, bei denen sie in der Jugend gross und sackartig ist, persistiert sie nur als kleines Grübchen in der Kloakenwand. Bei den Straussvögeln bildet sie mit dem Endabschnitte der Kloake eine grosse gemeinsame Höhle, in die der zweite Abschnitt gewissermassen mündet.



Kloake und *bursa Fabricii* von einem jungen weibl. Strauss, von hinten. Der grössere Teil der Hinterwand der *bursa* ist weggeschnitten.

A Äusserer Afterschliessmuskel — *B* Schnittoberfläche der *bursa* — *C* Zugang der Kloake zur *bursa* — *DD'* Sonde durch die *bursa* nach aussen gesteckt — *EE* Harnleiter — *F* Eileiter — *G* Clitoris — *HH'* Poren in der *bursa*. (Nach Forbes.)

Eine zweite Arbeit*) beschäftigt sich hauptsächlich mit dem mikroskopischen Bau dieses seltsamen Organes. Nach dieser besteht die Wandung der *bursa Fabricii* zu äusserst aus dem Bauchfellüberzug, darauf folgt eine Schicht platter, unregelmässig sich kreuzender Muskelfasern und endlich die Schleimhaut, in die zahlreiche Follikel, den gewöhnlichen lymphoïden Follikeln ähnlich, eingebettet liegen und die von Epithel bedeckt ist.

*) Wenckebach, Bursa Fabricii, ontwikkling en bouw. Leiden 1888. Inauguraldissertation.

Die Grösse der *bursa Fabricii* schwankt nach der Vogelart, nach dem Alter, aber auch sonst noch individuell. Die Weite ihres Hohlraumes steht im umgekehrten Verhältnis zur Dicke ihrer Wandungen. Sie mündet mit einer runden oder spaltartigen, meist von einem Wall umgebenen Öffnung in die Kloake. Wenn ihre Muskelhaut sehr dünn ist, besteht sie (wie bei Ent- und Watvögeln, Papageien, Sing- und Tagraubvögeln) meist nur aus querverlaufenden Bündelchen glatter Muskelfasern. Bei bedeutender Dicke aber (wie z. B. bei Tauben, Raben, Eulen) ist sie aus sehr zahlreichen, in verschiedenen Lagen sich kreuzenden Fasern gebildet; die Fasern verlaufen entweder (z. B. bei Hühnern, Schwänen, manchen Singvögeln) aussen der Quere, innen der Länge nach, oder umgekehrt (z. B. beim Star, der Lumme).

Beim amerikanischen Strauss liegt die *bursa* nicht frei in der Bauchhöhle, sondern ist von breiten Längsmuskeln, die zur Muskulatur der Kloake und des Mastdarmes gehören, ganz eingeschlossen und bedeckt. Auch sonst treten wohl gelegentlich von oben, vom Mastdarm her, Muskelbündelchen an ihre Seiten.

Die eigentliche Schleimhautschicht ist bloss gering entwickelt, sie bildet nur die mehr oder weniger dicken Zwischenwände zwischen den Follikeln. Diese selbst dürfen nicht etwa mit Lymphdrüsen oder Peyerschen Plaques verglichen werden, — sie bestehen nur aus einem scheinbar lymphoïden Gewebe. Sie sind viel zu zahlreich, als dass sie alle in einer Schicht unter dem Auskleidungsepithel liegen könnten, aber sie bleiben doch alle in einem gewissen Zusammenhange mit demselben und dies geschieht dadurch, dass es Einstülpungen in die

Schleimhautschicht hinein bildet oder dass die Schleimhautschicht ihrerseits sich in Falten erhebt.

Die Gestalt der Follikel ist ei- oder birnförmig bis cylindrisch (Ente) und bei der Schleiereule, sowie ähnlich bei einigen anderen Raubvögeln liegen sie nicht in der Schleimhautschicht unmittelbar eingebettet, sondern treten hervorgestülpt papillenartig aus ihr heraus.

Die Afteröffnung der Vögel ist nicht rund, sondern ein querer Schlitz, der von einem Wulst umgeben ist, in dem der Schliessmuskel des Afters mit kreisförmigen Fasern liegt und die Enden der von dem Scham- und Sitzbein entspringenden Hebermuskeln des Afters verlaufen. Da der Vogel kein Zwerchfell und nur eine sehr schwache Bauchmuskulatur besitzt, so erfolgt die Entleerung des Kotes nicht, wie bei den Säugetieren, unter Anwendung einer sogenannten Bauchpresse, sie wird vielmehr in anderer Art durch die Respiration bewirkt. Ehe das Tier seinen Kot lassen will, atmet es stark ein und die Luft tritt in die bei Besprechung des Skeletts erwähnten Luftsäcke, die ja zum Teil auch und zwar in ansehnlicher Grösse in der Bauchhöhle sich befinden. Diese luftgefüllten Säcke drücken ihrerseits auf das Darmrohr und wird der Kot in demselben nach unten und, nachdem die betreffenden Aftermuskeln in Thätigkeit getreten sind, nach aussen geschoben. Aber nicht bloss der Kot, sondern auch der in den Harnleitern befindliche, wie bei den Schlangen weisse breiige Urin gelangt bei dieser Gelegenheit mit nach aussen, denn kein Vogel, mit Ausnahme der Strausse, besitzt die Fähigkeit besonders zu harnen. Der weisse kalkartige Überzug, den wir am Vogeldung sehen, ist der Harn.

Die Beschaffenheit des Kotes richtet sich selbstredend nach der Nahrung. Bei echten Insektenfressern, z. B. den Turmschwalben, besteht er fast ausschliesslich aus Panzerstücken von Gliedertieren, oft erscheint er auffallend gefärbt, namentlich nach dem Genuss der beliebten Fliederbeeren dunkelviolett, und das sog. Balz- oder Falzpech des Auerhahnes, das ist sein Kot in der Balzzeit, wenn er fast ausschliesslich von jungen Nadelholztrieben lebt, ist reich an Blattgrün, enthält viel Koniferin, einen der charakteristischen Bestandteile des Harzes und Peches, und soll mit lebhafter Flamme brennen.

Wenn wir nun die Frage aufwerfen, wie lange können denn Vögel hungern, so wird die Beantwortung dieser Frage sehr verschieden ausfallen. Ein magerer Vogel wird dem Hunger eher erliegen als ein fetter, ein kleiner eher als ein grosser; im allgemeinen vermag ein Körnerfresser weniger lange zu fasten als ein Fleischfresser. Ein Finke kann kaum länger als 40 Stunden ohne Nahrung existieren, ein Insektenfresser vielleicht 60 Stunden, aber ein Falke ohne Nachteil für seine Gesundheit 2 bis 3, ein Steinadler oder Uhu gar 4 bis 5 Wochen. Die Raubvögel müssen sich eben nach der Decke strecken und haben es im Laufe der Generationen gelernt; sie finden in der Regel nicht so leicht gedeckten Tisch, wie die Pflanzenfresser, haben aber bei eintretendem Futterüberfluss allerdings die Fähigkeit, ganz enorme Quantitäten zu sich zu nehmen.

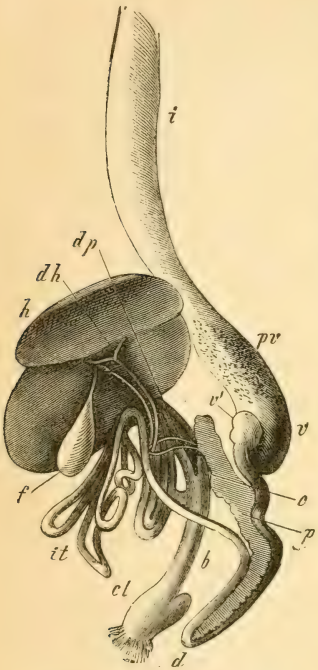
Viele Vögel geben unverdauliche Teile vom Magen aus durch den Mund als sogenanntes Gewölle von sich. Bei den Raubvögeln sind es Ballen von Haaren, Federn,

Zähnen, Knochen, Krallen u. dergl., bei Eisvögeln Fischschuppen und Gräten u. s. w. Nach den Beobachtungen von Spallanzani setzen die Raubvögel kein Gewölle, solange überhaupt noch etwas Verdauliches in ihrem Magen ist. Auch diejenigen, mit denen er bei seinen Versuchen über die Verdauung experimentierte, brachen die ihnen mit Nahrungsmitteln gefüllt beigebrachten Eisenröhren erst dann aus, nachdem die in diesen vorhanden gewesenen Nahrungsstoffe vollkommen verdaut waren. Ein Falke hingegen behielt eine knöcherne Hohlkugel mit perforierten Wandungen 22 Tage bei sich, weil er immer zur rechten Zeit neues Futter erhielt, sodass der Magen nie ganz leer wurde.

Bekanntlich besitzen die reifen Eierstöcke der brünstigen Froschweibchen samt ihrem Inhalt, dem legereifen Laich, die Eigentümlichkeit, in feuchten Medien anzuschwellen in hohem Masse; wenn nun Störche oder Reiher dergleichen Weibchen verschlungen haben, so schwellen während des Verdauungsprozesses und unter Einfluss der Drüsenfeuchtigkeit die Eierstöcke enorm an, der Vogel vermag sie nicht mehr bei sich zu behalten, es wird ihm davon übel und er bricht sie als gelatinöse, amorphe Massen weg, — und diese sind von der Landbevölkerung in früherer Zeit, wohl hie und da noch heutigen Tages als Prodigiosa, als gefallene Sternschnuppen betrachtet worden.

Einige Vögel, wie namentlich die Sturmvögel, verfügen über die Fähigkeit, wenn sie nicht mehr entfliehen können, eine stinkende gelbe Jauche zu erbrechen und ihre Angreifer auf eine ziemliche Strecke weit damit zu überschütten. Es dürfte dies eine Reflexerscheinung, hervorgerufen durch die

Angst, und keine bewusste willkürliche sein, wie uns, wenn wir hungrig sind, beim Anblick eines verlockenden Bissens der Speichel im Munde zusammenläuft. Ob nun der Vogel jene Jauche freiwillig oder unfreiwillig von sich giebt, ist ganz gleichgültig, wenn es ihm nur zum Schutze gereicht. Was die Flüssigkeit selbst betrifft, so wird sie z. T. aus dem Thran der gefressenen Fische, z. T. aus dem Sekret der Drüsen des Vormagens bestehen, die bei den Sturmvögeln, wie erwähnt (vergl. S. 299), so auffallend stark entwickelt sind, und vielleicht ist der Grund dieser Entwickelung gerade darin zu suchen, dass das Drüsensekret hier als ein Verteidigungsmittel in Thätigkeit tritt.



Verdauungsorgane des gemeinen Fischreihers. (Nach Gegenbaur.)

cl Kloake mit *bursa Fabricii* — *b* Enddarm — *c* Stück eines der beiden Blinddärme — *d* Duodenalschlinge — *dh* *Ductus hepato-entericus* — *dp* *Ductus pancreaticus* — *f* Gallenblase — *h* Leber — *i* Speiseröhre mit Kropf — *it* Mitteldarm — *p* Bauchspeicheldrüse — *pv* Drüsenmagen — *v* Muskelmagen — *v'* *Antrum pylori.*

In den oberen Abschnitt des Dünndarmes der Vögel münden wie bei allen höheren Wirbeltieren zwei ansehnliche Drüsen: die Leber und die Bauchspeicheldrüse.

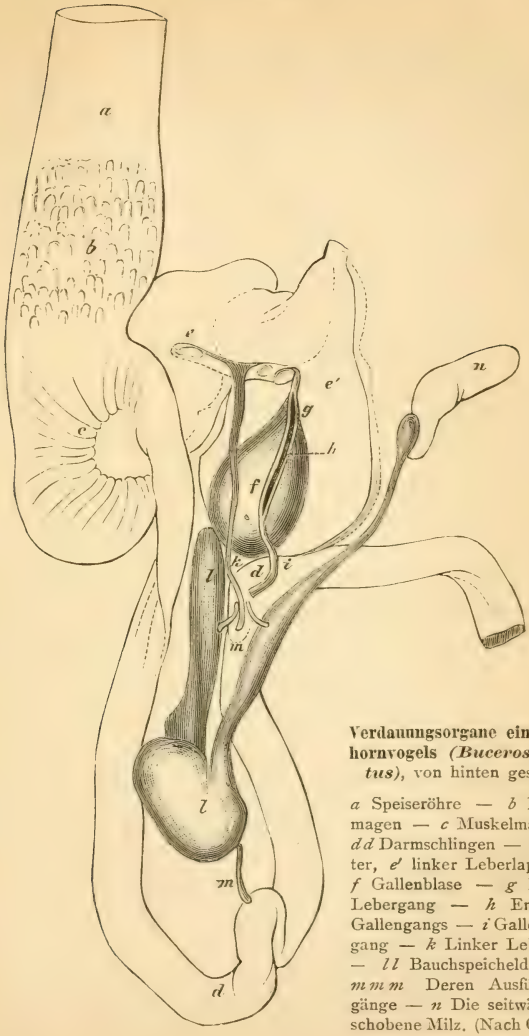
Die Leber ist nicht nur die grösste Drüse am Vogelkörper, sondern das überhaupt als gleichmässige Einheit am stärksten entwickelte Organ und relativ viel grösser als beim Menschen oder bei irgend einem Säugetiere. Ihr Gewicht verhält sich beim Turmfalken wie 1 : 36, bei den Singvögeln wie 1 : 26—37, bei den Hühnervögeln wie 1 : 26—32, bei den Watvögeln wie 1 : 21—25, bei manchen Tauchern gar wie 1 : 11. Sie liegt hoch oben in der Bauchhöhle und, da kein trennendes Zwerchfell vorhanden ist, bis unter das Brustbein hinauf in der Brusthöhle. Hier nimmt sie die Spitze des Herzens zwischen ihre Substanz auf, ruht rechts auf dem Magen, links auf den Schlingen des Darmes und wird durch besondere Häute, Ligamente (Duplikaturen des Bauchfelles) an das Brustbein, den Magen, z. T. auch an die Wandungen der Luftsäcke befestigt. Im ganzen hat sie eine sehr unregelmässige Gestalt, ist aber, entsprechend der Stelle, wo sie sich findet, vorn nach der Krümmung der Bauchdecke und des Brustbeines konvex, hinten nach der oberflächlichen Krümmung des Eingeweidesackes konkav, oft durch die Eindrücke der darunter liegenden Teile des Magens, der Darmschlingen u. s. w. unregelmässig grubig. Der rechte und der linke Lappen, aus denen sie sich zusammensetzt, sind durch eine oft nur sehr schmale Brücke von Lebersubstanz mit einander verbunden. Bisweilen, und das ist normal beim Strauss, ist jeder von diesen beiden Hauptlappen durch einen tiefen Einschnitt geteilt, sodass sie dann eigentlich aus vier sekundären Lappen besteht. Ihre Farbe ist im allgemeinen bei gut fliegenden Vögeln mit grossen Luftsäcken intensiver braun-

rot als bei schlechten Fliegern, bei manchen Sumpfvögeln, namentlich auch bei fischfressenden Wasservögeln, ist sie oft hell gelblich und äusserst fettreich. Jeder von den beiden Hauptlappen besitzt seine eigene Pfortader und seine eigene Leberarterie.

Das Sekret der Leber wird bei den Vögeln nicht durch einen, sondern mindestens durch zwei, bisweilen durch drei Gänge entleert.

Der eine Gang entspringt gabelig mit je einem Ast aus jedem Leberlappen und mündet als Lebergang direkt in den Dünndarm; der andere Gang ist der Gallengang, der sich meist partiell zu einer Gallenblase erweitert, aber auch, ohne eine solche zu bilden, gleichfalls unmittelbar in den Darm einmünden kann.

Die Gallenblase findet sich bei den meisten Vögeln, fehlt aber auch einigen konstant, wie dem Strauss, den Tauben, manchen Papageien; häufig wird sie individuell vermisst. Sie ist meist, wenn vorhanden, ansehnlich und wie die Leber relativ grösser als bei Säugetieren. Da es eine der Funktionen der Leber ist, Galle abzusondern, so thut sie das um so mehr, je grösser sie ist, und desto grösser muss nun auch das Reservoir für die secernierte Galle, die Gallenblase sein. Meist ist sie rundlich, bei Spechten indessen, beim Kuckuck und beim Wiedehopf darmähnlich verlängert; ihre Farbe ist verschieden, wohl nicht bloss nach der Art des Vogels, sondern vielleicht nach der Nahrung, dem Alter u. s. w.; bei Raubvögeln ist sie oft, namentlich wenn dieselben längere Zeit gehungert haben, schön hell maigrün.



Verdauungsorgane eines Nashornvogels (*Buceros cavatus*), von hinten gesehen.

a Speiseröhre — *b* Drüsenmagen — *c* Muskelmagen — *d d* Darmschlingen — *e* Rechter, *e'* linker Leberlappen — *f* Gallenblase — *g* Rechter Lebergang — *h* Ende des Gallengangs — *i* Gallenlebergang — *k* Linker Lebergang — *l l* Bauchspeicheldrüse — *m m m* Deren Ausführungsgänge — *n* Die seitwärts geschobene Milz. (Nach Owen.)

Je grüner die Farbe der Galle ist, destomehr herrscht einer ihrer Farbstoffe (das Gallgrün, Biliverdin) vor. Die Vogelgalle selbst ist sehr reich an festen Stoffen (20 bis 22 Proz.), besonders an gallensauèren Salzen, die bei der Gans 15 bis 16 Proz. der ganzen Masse, beim Menschen z. B. aber nur 6.5 Proz. durchschnittlich betragen. Interessant ist es, dass beim Vogel die Galle normaler Weise in den Magen tritt, was zwar beim Menschen und den Säugetieren auch vorkommt, aber krankhafte Ausnahme und in der Regel mit nachteiligen Folgen für die Verdauung verbunden ist.

Die Bauchspeicheldrüse ist ein ansehnliches, relativ grösser als beim Menschen und den Säugetieren entwickeltes Organ und scheint einer besonders reichlichen Abscheidung fähig zu sein; ihr Volumen ist ein recht verschiedenes und ist sie bei von Vegetabilien lebenden Vögeln, besonders bei Körnerfressern, grösser als bei Fleischfressern; so wiegt sie, um Vögel von nahezu gleicher Grösse zu vergleichen, bei einem mittleren Haushahn 40 Gramm, beim Habicht aber nur 15.

Der Ausführungsgang dieser Drüse hat, um eine geschichtliche Bemerkung mit einzuflechten, ein besonderes Interesse; im Jahre 1642 entdeckte ihn Mauritius Hofmann in Padua beim Truthahn, und suchte und fand ihn demzufolge Wirsung auch beim Menschen.

Diese Drüse, in der ersten Krümmung des Dünndarmes gelegen und ganz vom Bauchfell umhüllt, ist in der Regel länglich und einfach oder zweilappig, bisweilen sogar vierlappig; bei einigen Vögeln finden sich auch statt ihrer zwei getrennte Drüsen, wie bei den Reihern; aber

alle diese Verschiedenheiten haben nicht viel auf sich, sie finden sich bei sehr verwandten Vögeln, ja bei Individuen derselben Art, und das wird erklärlich, wenn wir berücksichtigen, dass diese Drüse auch da, wo sie einfach auftritt, das Verschmelzungsprodukt zweier ursprünglich getrennter Teile ist.

Auch die Ausführungsgänge variieren rücksichtlich ihrer Zahl und Anordnung in ganz ähnlicher Weise; wo die Drüse kurz und klein, ihr Sekret wenig reichlich ist, wie bei den Fleischfressern, genügt in der Regel ein Ausführungsgang, obwohl nicht verschwiegen werden soll, dass bei Möven, Eulen und anderen Karnivoren sich deren drei vorfinden; wo, wie bei den meisten Körnerfressern, die Drüse sehr lang oder gar zweilappig ist, finden sich zwei Ausführungsgänge, die nicht mit den Gallengängen zusammen in den Darm einmünden. In der Regel, aber es giebt hiervon Ausnahmen, mündet der Bauchspeichelgang oberhalb des Leberganges, und wo sich mehrere solcher Bauchspeichelgänge vorfinden, münden sie oft mit dem Lebergang dergestalt alternierend, dass dieser zwischen zweien von jenen zu liegen kommt.

VI.

Atmungswerkzeuge.

Schon Blumenbach sagt über die Respirationsorgane der Vögel: „Die Werkzeuge des Atmens in dieser Klasse gehören zu den merkwürdigsten Einrichtungen in der tierischen Ökonomie", — und das thun sie in der That, sowohl durch die Mannigfaltigkeit ihres Baues wie durch die Vielseitigkeit ihrer Leistungen.

Der Atmungsapparat der Vögel zerfällt, wie derjenige aller mittels Lungen atmenden Wirbeltiere, in zwei Abschnitte: einen vorderen oder oberen, durch den die sauerstoffhaltige Luft eingezogen und die kohlensäurereiche, des Sauerstoffes entkleidete ausgestossen wird, die Luftröhre, und einen hinteren oder unteren, wo die Gasaufnahme und Gasausscheidung seitens des Blutes vor sich geht, die Lungen. Soweit ist also kein Unterschied zwischen den Respirationsorganen der Vögel und denen der Säuger und Reptilien. Der Unterschied liegt darin, dass bei jenen beide Abschnitte viel höher differenziert erscheinen: an der

Luftröhre findet sich nicht nur ein oberer, sondern meist ein, allerdings recht verschieden entwickelter, unterer Kehlkopf und an den Lungen merkwürdige Anhänge und Fortsätze, die Luftsäcke.

Der obere Kehlkopf *(larynx)* der Vögel liegt hinter dem Hinterrand der Zunge als ein mehr spitz oder mehr stumpf ovales Kissen, das durch einen Längsschlitz, den Kehlkopfeingang *(rima glottis* oder *ostium laryngis),* in eine rechte und linke spiegelbildlich gleiche Hälfte zerlegt wird. Wenn am Zungenbein ein Schwanzstück *(urohyale)* vorhanden ist, so ruht auf diesem der *larynx.*

Ein eigentlicher Kehldeckel *(epiglottis)* ist bei keinem Vogel zu finden, wohl tritt hin und wieder vor dem Schlitz eine lippenartige Querfalte auf, die auch in sehr seltenen Fällen (Blesshuhn) einen Knorpelkern enthalten kann, der aber niemals frei beweglich, sondern nichts als ein unbedeutender Fortsatz des Vorderrandes des Ringknorpels ist. Wohl aber finden sich meist hinter der *rima,* selten auf den Polstern neben ihr in verschiedener Anzahl und von verschiedener Grösse nach hinten gerichtete, oft auch durch weissliche Farbe ausgezeichnete harte spitze Papillen, die aber einigen Vögeln (dem afrikanischen Strauss, scharbenartigen Vögeln) fehlen. Das Bedürfnis nach einem besonderen Verschluss des oberen Kehlkopfes ist in dieser Wirbeltierklasse gering. Erstens verzehren, wie wir sahen, die meisten ihrer Angehörigen ihre Nahrung ganz oder nur grob zerkleinert, sodass schon hier durch das s. g. Verschlucken sehr erschwert wird, zweitens aber ist der obere Kehlkopf der Vögel ein viel festeres Gebilde als etwa derjenige der Säugetiere. Die einzelnen ihn zusammensetzenden Stücke

haben eine nur geringe Beweglichkeit, da er bei der Stimmbildung vielleicht nur in äusserst seltenen Fällen mit thätig ist, und so steht der Zugang zu ihm nicht gelegentlich weit offen.

Es ist mir sogar zweifelhaft, ob die (bei verschiedenen fischfressenden Vögeln bloss hinter dem Kehlkopfschlitz gelegenen) Papillen das Eindringen von Nahrung in denselben beim Verschlingen in Ermangelung eines Deckels verhindern. Vielleicht dienen sie hier, namentlich bei Insektenfressern, dazu, der lebend verschluckten Beute die Rückbewegung zu erschweren, bei manchen vielleicht auch Gewöllteile, die sich von dem überspeichelten Hauptballen zufällig abgelöst haben, abhalten.

Der Kehlkopf als Ganzes, der elastische Kegel *(conus elasticus)* der menschlichen Anatomie, hat die Gestalt eines mehr oder weniger spitzen (bei Spechtvögeln vorn abgerundeten) Löffels, der mit seiner Konkavität nach oben schaut; Stiel ist die Luftröhre*).

Das Hauptstück des oberen Kehlkopfes besteht aus einer schaufelförmigen, aussen konvexen, innen konkaven Platte, die nach vorn zu der erwähnten Spitze ausgezogen ist. Sie geht aus einer Vereinigung mehrerer ursprünglich diskreter Stücke hervor, ist knorpelig bis kalkig und ist mit dem ersten Luftröhrenring verschmolzen. Ältere Forscher vergleichen dieses Knorpelstück mit dem Schildknorpel der Säugetiere, das ist aber falsch, er entspricht vielmehr dem Ringknorpel *(cartilago cricoïdea)* der Vettern der Vögel, der Reptilien, die gar keinen Schildknorpel

*) Vergl. die (sehr gute) Dissertation von W. Boccius: „Über den oberen Kehlkopf der Vögel". Rostock 1858.

haben. An diesen Ringknorpel schliesst sich jederseits ein Seitenstück (der viereckige Knorpel Henles), die mit dem Ringknorpel entweder in knorpeliger kontinuierlicher Verbindung stehen oder durch Nähte, ja selbst durch Gelenke mit ihm verbunden sind; wenn das erstere stattfindet, dann sind die Knorpelstücke verbreitert, stehen sie aber mit dem Ringknorpel in gelenkiger Verbindung, dann sind sie schlank und schmal.

Fig. 1.

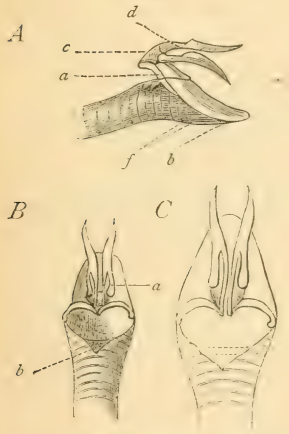


Fig. 2.

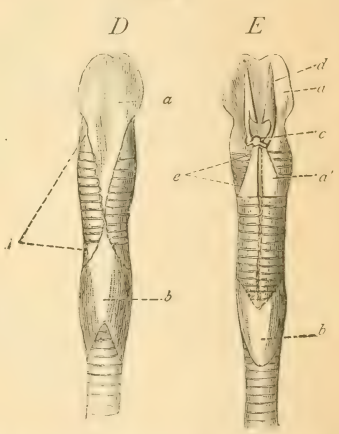


Fig. 1. **Kehlkopf der Rabenkrähe.** *A* Seitliche Ansicht, um die Gelenkverbindung zwischen dem Ring- *(a)* und dem Schildstück *(b)* und die Lage des Gelenkstücks *(c)* zu zeigen, sowie um die Artikulation desselben mit den Giessbeckenstücken *(d)* klar zu machen. — *f* Die Spuren zweier Ringe am untern Rande der Schildplatte. — *B* und *C* Ansicht von hinten. *a* Knorpelige Fortsätze — *b* Spuren der Ringe am untern Rand der Schildplatte. — *A* und *B* nat. Grösse, *C* vergrössert.

Fig. 2. **Kehlkopf des Wendehalses,** 2 mal vergrössert. *D* von unten. *a* Schildplatte — *b* Zweite hintere Schildplatte — *d* Knorpelbogen zwischen beiden. — *E* von oben. *a* Schildplatte — *a'* Ringstück — *b* Hintere Platte — *c* Gelenkstück — *d* Giessbeckenstück — *e* Bogen zwischen Schildplatte und Ringstück. (Nach W. Boccius.)

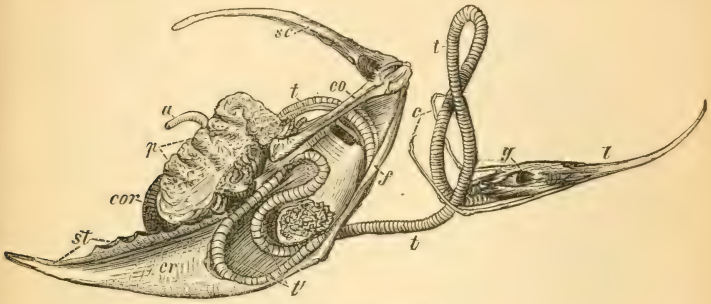
Am freien Ende jedes viereckigen Knorpels setzt sich ein schlankes nach vorn spitz auslaufendes Stück an, das man (Henle) wohl als Giessbeckenknorpel hat ansprechen wollen.

Bei einer Anzahl von Schwimmvögeln (z. B. Pinguine, Sturmvögel, Alke, Taucher, Möven, Enten, Scharben u. s. w.), Watvögeln (Löffelreiher, Störche, Kraniche u. s. w.), Hühner (Fasanen), beim Kuckuck, Nachtschwalben, Finken u. a. m., findet sich auf der Innenseite des Ringknorpels ein unpaarer medianer Vorsprung von verschiedener Länge, der das Lumen des Kehlkopfes in eine rechte und linke Hälfte teilt. Konstant wird derselbe (nach Meckel) nur bei allen Arten der Raubvögel und Straussvögel vermisst. Auf die Ursache dieses Vorsprunges werden wir noch einmal zurückkommen.

Die Kehlkopfmuskulatur der Vögel setzt sich aus folgenden Stücken zusammen: 1) ein Heber des Kehlkopfes bez. der Luftröhre tritt an diese vom Körper des Zungenbeines her, 2) ein meist ansehnlicher Erweiterer tritt jederseits von den freien Enden der Giessbeckenknorpel an den Ringknorpel und an die viereckigen Knorpel und 3) ist ein schwacher Verengerer vorhanden, der ringförmig die Spange der Giessbeckenknorpel, bisweilen auch den oberen Randteil des Ringknorpels umgiebt.

Die Luftröhre der Vögel ist sehr verschieden lang und nicht immer richtet sich ihre Länge ausschliesslich nach der Länge des Halses, sie übertrifft dieselbe um ein Bedeutendes, selbst um ein Mehrfaches, indem sie in ihrem Verlaufe Schlingen und Windungen bilden kann.

Derartige Schlingen und Windungen der Luftröhre, die unter den Säugetieren bloss das merkwürdig genug stimmlose dreizehige Faultier und unter den Reptilien ein Krokodil *(Crocodilus acutus)* aufzuweisen haben, finden sich durchaus nicht selten in der Ordnung der Vögel. Dieselben können äusserlich sein und wie bei *Rhynchaea australis* und *Ortalida Paragua* eine einfache, bei *Anas semipalmata*

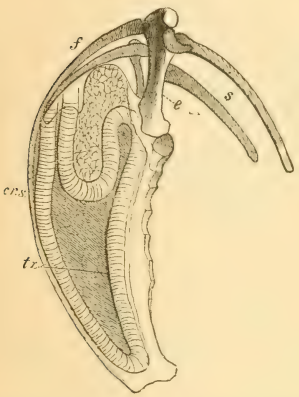


Atmungsorgane vom gemeinen Kranich. 2/7 nat. Gr.

l Zunge — *g* Stimmritze — *c* Zungenbeinhörner — *t t* Halsteile der Luftröhre — *t'* Deren vom Brustbeinkamme umwachsener Teil — *sc* Schlüsselbein — *f* Gabelbein — *co* Rabenschnabelbein — *cr* Brustbeinkamm, zum Teil aufgebrochen — *st* Rechte Seite der Brustbeinplatte — *p* Lunge — *cor* Herz — *a* Brustschlagader. (Nach Pagenstecher.)

eine Doppelschlinge bilden. Bei *Numida testata* ruht die Spitze der Schlinge in der nach oben ausgehöhlten Mitte des Gabelknochens; bei einem südamerikanischen Baumhuhn *(Penelope mirail)* und bei einigen Kranichen *(Grus virgo* und *Stanleyanus)* dringt ein Bogen der Luftröhre in den oberen Teil des Brustbeines und bei zwei anderen Kranichen *(G. cinereus* und *Antigone)* ist der Brustbeinkiel zur Aufnahme einer langen Schlinge tief ausgehöhlt,

ähnlich beim Männchen des wilden Singschwanes und des Bewickschen Schwanes. Die interessanteste Modifikation finden wir aber bei einem austral-asiatischen, den Paradiesvögeln nahe verwandten Vogel, der *Baryta Kerandrenii*. Dieser Vogel ist etwa so gross wie eine Dohle, aber seine Luftröhre, wenigstens des Männchens, ist von fünffacher Körperlänge und bildet eine Schlinge, die vor dem Brustbein unmittelbar unter der Haut zu einem vorn gewölbten, hinten ausgehöhlten runden Schilde schneckenhausartig zusammengelegt ist. In dieser Schlinge sind die gewiss ungemein zahlreichen Knorpelringe (wenigstens an dem von mir seiner Zeit im Leidner Museum untersuchten Exemplar) vollständig verknöchert und mit einander verschmolzen, sodass also hier die Luftröhre ein doppelspiraliges Knochenrohr darstellt. Der Vogel soll sich durch eine weit vernehmbare glockenartige Stimme auszeichnen.

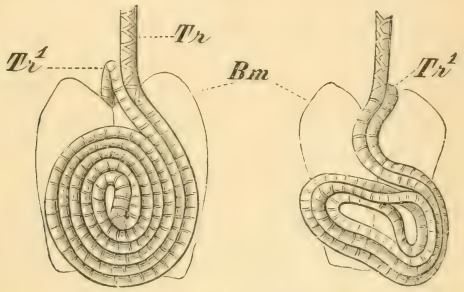


Brustbein und Schultergürtel des Singschwans von der linken Seite gesehen.

s Schulterblatt — *e* Rabenschnabelbein — *f* Gabelknochen — *cr.s* Brustbeinkiel — *tr* Luftröhre. (Nach Gegenbaur.)

Die Luftröhre besteht aus einer grossen Anzahl knöcherner oder knorpeliger Ringe (beim Flamingo 350 Stück), die mit Ausnahme der beiden obersten auch hinten vollkommen geschlossen erscheinen; in der Regel sind diese

Ringe an beiden Seiten gleich hoch, bei einigen Vögeln indessen, namentlich bei Watvögeln, sind sie an der einen Seite hoch, an der anderen niedrig und zwar in einer alternierenden Reihe dergestalt, dass, wenn die hohe Seite des einen Knorpelringes rechts, die niedrige links liegt, es sich bei seinem Nachfolger gerade umgekehrt verhält u. s. w. In der Regel ist die Luftröhre in ihrem ganzen Verlaut fast gleich weit cylindrisch, bei einigen Vögeln verengt



Luftröhre von *Baryta Kerandrenii.*

Tr Ihr ausserhalb der Brustmuskeln *(Bm)* aufgerollter Teil — *Tr*¹ Ihr in die Brusthöhle hinabsteigendes Endstück. (Nach Pavesi.)

sie sich nach unten, oder erweitert sich an irgend einer Stelle ihres Verlaufes, so auf eine kurze Strecke bei der männlichen Schellente, wo das Lumen dieser Erweiterung die Weite der übrigen Luftröhre um das Vierfache übertrifft. Ähnliche Vergrösserungen des Innenraumes finden sich bei manchen Hühnervögeln und bei dem merkwürdigen Schirmvogel *(Cephalopterus ornatus)* von Peru. Beim gewöhnlichen Sägetaucher finden sich zwei derartige Erweiterungen. Beim Emu, dessen Luftröhre aus 87 Ringen

besteht, findet sich vorn auf derselben vom 55. bis 61. Ringe ein Längsspalt, der nach aussen in einen bis zur Kindskopfgrösse aufblähbaren Hautsack führt.

Der charakteristische Teil an den Respirationsorganen der Vögel und, wenn er auch nicht allen Mitgliedern zukommt, auf diese Klasse der Wirbeltiere beschränkt, ist der untere Kehlkopf *(syrinx)*. Er ist es, der die Stimme bildet, und bekanntlich schreien geköpfte Hühner und Enten noch eine kurze Weile fort.

An seiner Bildung beteiligen sich in der Regel Ringe der Luftröhre selbst, ihre beiden Bronchialäste, häutige Membranen und Muskeln, aber die Grade, in denen alle diese Teile bei den verschiedenen Vogelformen entwickelt sein können, führen zu einer Unzahl verschiedener Kombinationen*).

Man kann einen unteren Kehlkopf, der von vereinten Teilen der Luftröhre und ihrer Äste gebildet wird *(syrinx bronchio-trachealis)*, von einem, der ausschliesslich aus Teilen der Äste besteht *(syrinx bronchialis)*, unterscheiden. Der letztere findet sich nur beim Guacharo *(Steatornis)*, dem Madenhacker *(Crotophaga major)* und nach der Ansicht Wunderlichs auch bei der Sumpfeule *(Asio brachyotus)*. Joh. Müller hat diese Vögel Bronchiophonen genannt.

Beim Guacharo hat der rechte Luftröhrenast erst 11 und im linken 16 vollkommene Bronchialringe, dann folgt als 12. resp. als 17. ein konkav nach unten gebogener, und an dessen an der Seite vorspringende Ränder legen

*) Vergl. Wunderlich, L., „Beiträge z. vergl. Anatomie und Entwickelungsgesch. des unteren Kehlk. d. Vögel", in: Nova act. d. Kais. Leop.-Carol. deutsch. Akad. Bd. 49, No. 1. Halle 1884.

sich ebenda die Randvorsprünge des 13. resp. 18. konkav nach oben gebogenen Bronchialringes. So umschliessen beide zusammen ein ovales von einer zarten Haut überspanntes Fenster. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Madenhacker. Beide Vögel haben laute, gellende Stimmen.

Bei der Sumpfeule gleichen die drei ersten Bronchialringe noch ziemlich denen der Luftröhre, aber die nächsten vier an beiden Ästen verbreitern sich in querer Richtung so, dass die Bronchien hier angeschwollen erscheinen, jedoch ist ihr Lumen an dieser Stelle nicht erweitert. Es ist mir nicht bekannt, ob die Sumpfeule eine stärkere Neigung zum Schreien als andere Eulen hat. Die meisten Nachtraubvögel leisten ja allerdings hierin Anerkennungswertes.

Dem Königsgeier *(Sarcorhamphus papa)* fehlt ein unterer Kehlkopf völlig und dem Rabengeier *(Cathartes atrata)* fast völlig.

Bei weitem die meisten Vögel haben indessen einen *syrinx bronchio-trachealis,* sie sind nach J. Müllers Terminologie bronchio-tracheophon.

In der Regel treten die (meist drei) unteren Luftröhrenringe dicht an einander, ohne aber mit ihren Rändern über einander zu greifen, und bilden durch Häute verbunden oder öfter noch völlig verschmolzen die sog. Trommel, in deren Lumen unten eine quer von vorn nach hinten verlaufende, meist hauptsächlich vom letzten Trachealring gebildete, in der Regel nur niedrige Scheidewand, der Steg *(septum syringis),* vorspringt. Der Steg ist knorpelig bis knorpelig-verkalkt und markiert noch im Ende der Luft-

röhre selbst die Zugänge zu den Bronchien. Am besten lässt sich die Anordnung mit einer Hose vergleichen: die Trommel bildet den Leibteil derselben, die beiden Bronchien stellen die Beine dar und der Steg würde der Naht im Schlitz entsprechen.

Der Steg gleicht in gewisser Hinsicht dem weiter oben erwähnten queren Vorsprung im oberen Kehlkopf: er ist wie jener eine Spur einer alten Anlage der Luftröhre aus zwei symmetrisch gleichen, neben einander entstehenden und entwickelten Röhren, die sich später indessen eng an einander legten und sich unter Absorption der Berührungsflächen zu einer Röhre vereinigten. Bei den Sturmvögeln und bei den merkwürdigen reptilienhaften Pinguinen bleibt diese Scheidewand, ähnlich wie bei der Lederschildkröte, zum grössten Teil vollständig erhalten.

Am Aufbau des unteren Kehlkopfes der bronchiotracheophonen Vögel beteiligen sich meist die drei ersten Knorpeleinlagerungen der Bronchien. Es sind Halbringe, die meist zwei Drittel der Aussenseite umfassen und zwischen sich einen nur von einer Haut (der inneren Paukenhaut, *membrana tympaniformis interna)* überspannten Raum lassen. Um bei dem Vergleich des unteren Kehlkopfes mit einer Hose zu bleiben: man könnte sich vorstellen, ein behoster reitender Krieger fühlte das Bedürfnis, seine untere Körperhälfte zu schützen; er legte Metallstreifen um den Unterleib und auf die Schenkel. Die ersteren könnten als Reifen rund um den Körper herumgehen, die letzteren die Beine des Reitens halber nur aussen bedecken, ihre innere Schlussseite bestände aber aus Leder.

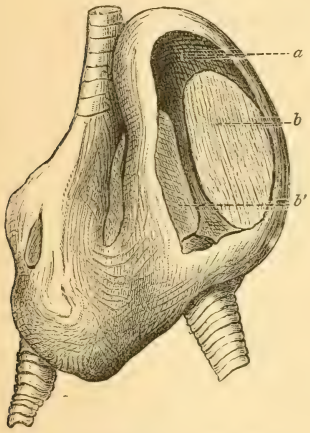
Die *membrana tympaniformis int.* zieht sich innen über den Steg weg und bildet, indem sich ihre gegenüberliegenden Seiten innig an einander legen, öfters eine halbmondförmige Falte, steigt so als mediane, sagittale Fortsetzung in das Lumen der Luftröhre hinauf und vereinigt sich vorn und hinten mit deren Innenwand. Die Innenflächen der inneren Paukenhaut der Luftröhrenäste verbinden sich durch ein Band elastischer Fasern (von dem verst. Garrow *bronchidesmus* genannt).

Während, wie wir sahen, sich im oberen Kehlkopf keine Stimmbänder vorfanden, treten sie wohl im unteren auf, indem hier von der Innenseite jedes Luftröhrenastes, die der inneren Paukenhaut gegenüber liegt, eine elastische Querfalte in dessen Lumen vorspringt, entweder als Verdickung des Bindegewebsüberzuges eines Bronchialhalbringes oder als Duplikatur der Verbindungshaut zwischen letztem Trachealringe und dem ersten Bronchialhalbringe. Die Vögel haben mithin zwei Stimmritzen.

Die Entwickelung, Grösse, Ausdehnung und Gestalt der einzelnen festen Teile, die bei den Vögeln den unteren Kehlkopf bilden, ist bei den einzelnen Familien, oft Gattungen, ja selbst bisweilen Arten ungemein verschieden. Nicht selten kommt auch noch eine äussere Paukenhaut vor, die meist entweder zwischen letztem und vorletztem Luftröhrenringe oder zwischen jenem und dem ersten Bronchialringe sich ausspannt.

Johannes Müller unterscheidet noch tracheophone Vögel, bei denen der untere Kehlkopf etwas oberhalb der Luftröhrenteilung gelegen ist, und rechnet hierzu eine An-

zahl südamerikanischer Vogelunterfamilien, nämlich: die Ameisendrosseln *(Formicariinae)*, die Ameisenvögel *(Myotherinae)*, die Buschwürger *(Tamnophilinae)*, die Töpfervögel *(Furnariinae)*, die Baumschleicher *(Synallaxinae)*, die Baumhacker *(Dendrocalaptinae)* u. s. w. Wunderlich bemerkt gegen diese Auffassung, dass ein wesentlicher Teil des unteren Kehlkopfes auch bei diesen Vögeln durch die innere Paukenhaut, die ausschliesslich als ein Bronchialteil anzusehen sei, gebildet werde.



Unterer Kehlkopf vom Gänsesägertaucher.

Links ist eine der Membranen weggenommen, so dass man in den Hohlraum *(a)* der Trommel sieht und die beiden anderen Membranen *(b* und *b')* erblickt. (Nach Owen.)

Eine merkwürdige Modifikation erleidet der Syrinx bei den meisten Enten (einschl. Sägetaucher) im männlichen Geschlechte, indem er sich nämlich zu einem ansehnlichen blasenartigen Gebilde, Labyrinth, wohl auch Pauke genannt, erweitert. Das Labyrinth liegt gewöhnlich über dem linken Bronchus, selten über dem rechten, und bei einigen, z. B. bei der Brandente *(Vulpanser tadorna)*, ist es doppelt. Bei diesem Vogel ist es von Wunderlich genauer untersucht. Hier ist die rechte Seite der durchaus verknöcherten Blase beinahe doppelt so gross als die linke. Auf der Vorderseite liegt sie mit der Luftröhre in einer

Ebene, nach hinten aber tritt sie so weit vor, dass jene in einer tiefen Rinne zwischen ihren beiden Hälften zu liegen kommt. Der Steg ist hier ganz bedeutend entwickelt und erhebt sich vom Boden des Labyrinths so hoch, dass er mindestens ein von 17 Trachealringen gebildetes Stück der Luftröhre teilt.

Die grössere rechte Hälfte des Labyrinths kommuniziert mit einer ansehnlichen ovalen Öffnung mit der Luftröhre, die sich neben ihr unmittelbar in den Bronchus fortsetzt.

„Schwieriger", bemerkt Wunderlich, „ist der Weg zum linken Bronchus. Der Kanal ist in der Trachea sehr bedeutend enger, da der Steg nicht genau in der Mitte steht, sondern der linken Seite etwas genähert ist. Von hier aus gelangt die Luft nach vorn und unten in einen kleinen (hohlen) Höcker über dem linken Bronchus, dann sich wieder nach hinten wendend in die linke Hälfte des Labyrinthes und von hier aus erst in den Bronchus. Beide Öffnungen des Labyrinthes liegen in einer Rinne, die horizontal an der Seite der Trachea verläuft. Dieser Teil des Labyrinths ist also zwischen Trachea und linken Bronchus eingeschaltet, die Luft muss durch denselben hindurch, wenn sie zur Lunge will, während dies bei der andern Hälfte nicht der Fall ist."

Bei einer Anzahl von Wildenten, den s. g. Tauchenten (die Gattungen *Branta, Clangula, Fulica, Harelda, Nyroca),* sowie bei den Sägetauchern sind die Wandungen des Labyrinths nicht durchaus knöchern, sondern nur an den Wandungen, und stellen so gewissermassen Knochenrahmen dar, zwischen denen Membranen ausgespannt sind.

Sehr interessant ist eine Beobachtung von Wunderlich, nach welcher bei unserer Hausente, die im erwachsenen Zustande nur im männlichen Geschlechte das Labyrinth besitzt, sich an den weiblichen Embryonen, wenigstens bis zum 20. Tage, an der linken Seite der Luftröhre bei der Teilung derselben in die Bronchien eine Anlage desselben findet.

Wo dieses Labyrinth durchaus knöchern ist, dürfte es wohl nur eine einfache Art von Resonanzboden zur Verstärkung der Stimme sein, wo aber jene membranösen Einsätze auftreten, dienen diese vielleicht, indem sie in Schwingungen geraten, dazu, den Ton eigenartig zu beeinflussen.

Erwähnt sei, dass das Alter den Entwickelungsgrad der Labyrinthe mitbedingt, wie das nicht anders zu erwarten ist, da es sich ja hier um im Interesse der geschlechtlichen Zuchtwahl entstandene Gebilde handelt. Daneben scheinen aber auch individuelle Unterschiede mit anderen Ursachen zu existieren. Leider scheint über das Verhalten der Luftröhre bei erpelfiederigen alten Entenweibchen nichts bekannt zu sein. Es wäre interessant, wenn hier auch ähnliche gesteigerte Bildungen des untern Kehlkopfs wie bei den Erpeln vorkämen, ähnlich in gewissem Sinne dem Krähen alter hahnenfiederiger Hennen.

Sowohl mit der Luftröhre als solcher allein, wie mit dem unteren Kehlkopf sind nun eine Anzahl Muskeln verbunden. Mit der Luftröhre allein nie mehr als zwei Paare, die beide zusammen dieselbe herabziehen und sie dadurch verlängern. In den meisten Fällen ist indessen nur ein Paar vorhanden.

Das eine Paar, die oberflächlichen Niederzieher *(musculi ypsilo-tracheales)*, entspringen meist vom Aussenrand des Gabelknochens und setzen sich an die Seiten der Luftröhre. Sie fehlen sehr vielen Vögeln, finden sich aber konstant bei Entvögeln.

Das zweite Paar, die tiefen Niederzieher *(musculi sterno-tracheales)*, tritt weit konstanter auf, nach Wunderlich fehlt es bloss den Papageien. Es entspringt an den Aussenecken des Brustbeines und setzt sich unterhalb des oberflächlichen Niederziehers, wenn dieser vorhanden ist, an die Luftröhre, meist sehr nahe ihrer Gabelung.

Weit wichtiger, teilweise auch weit komplizierter, ist die Muskulatur des unteren Kehlkopfes, welche die einzeln festen Stücke desselben stellt, seine Membranen spannt und durch rasch wechselndes Spiel ihres Zusammenziehens und Erschlaffens sein Lumen in mannigfachster Art verändert, sodass der aus den Lungen gestossene Luftstrom immer wieder anders gespannte Häute in Schwingungen zu setzen hat.

Gar keine Muskeln am unteren Kehlkopf besitzen: die Gattungen Strauss *(Struthio)*, Kasuar *(Casuarius)*, die Familien der Pelikane, Pinguine, Enten, Ibisse, Störche, Trappen, Hühner, Tauben und unter den Geiern *Cathartes* und *Sarcorhamphus*. Auch bei einigen aberranten anderen Vögeln, z. B. bei den Helmvögeln *(Corythaix)*, dem Hoazin *(Opisthocomus)* und einigen südamerikanischen Ameisenvögeln *(Myotherinae)* wird er vermisst.

Ein Muskelpaar, die *musculi broncho-tracheales*, entspringt von der Seite der Luftröhre und setzt sich an den Bronchus; die Entfernung von Ansatz- und Ursprungs-

stelle ist sehr schwankend. Es zieht die Bronchien an die Luftröhre heran und verengert die unteren Stimmritzen. Bloss diese Muskeln besitzen die meisten Vögel: die amerikanischen Strausse *(Rhea)*, die Taucher, Möven, Alke, die Kormorane, der Flamingo (die übrigen Entvögel, wie oben gesagt, nicht!), die Schnepfen, Reiher und die meisten anderen Familien der Watvögel, die männliche Schopfwachtel *(Lophortyx californicus,* die weibliche nicht!), die Tag- und Nachtraubvögel, die Langhänder wie Segler, Kolibris und Nachtschwalben, ferner die Kuckucke, Spechte, Eisvögel u. a. kuckucksartige Vögel mehr.

Die Papageien besitzen am unteren Kehlkopf zwei Muskelpaare, nämlich ausser den öfters geteilten *musculi broncho-trachealis* auch noch einen Erweiterer der Stimmritze in Gestalt eines jederseits gelegenen, halb unter dem *broncho-trachealis* versteckten quadratischen Muskels von geringer Länge, der vom fünften Luftröhrenring von unten entspringt und sich an den bei diesen Vögeln als starke Spange entwickelten ersten Bronchialhalbring ansetzt, diesen nach aussen und nach oben zieht und so die Stimmritze erweitert.

Weit komplizierter gestalten sich die Verhältnisse der Muskulatur des unteren Kehlkopfes, der Singmuskulatur bei den Singvögeln (abgesehen von den wenigen weiter oben schon namhaft gemachten Ausnahmen). Da dieselbe ohne unmittelbares Eingehen auf die festen Elemente und Membranen des unteren Kehlkopfes nicht wohl verstanden werden kann, habe ich die Beschreibung der Organisation, die dieses bei den *Passeres* erleidet, bis jetzt verschoben.

Die letzten vier oder fünf zu einer Art Trommel verschmolzenen Ringe der Luftröhre werden sehr dünn und der unterste ist noch der breiteste von ihnen, verläuft dabei nach unten konisch zu, sodass der erste rechte und linke Halbring sich mit Leichtigkeit von unten nach oben und umgekehrt auf ihm, sowie von rechts nach links und umgekehrt um ihn bewegen kann. Der meist spitze Steg durchsetzt die ganze Endtrommel der Luftröhre.

Die drei ersten Halbringe jedes Bronchus treten nun zur Stimmbildung in die innigste Beziehung. Der erste ist ein platter, nach beiden Enden sich gleichmässig verjüngender gebogener Knochenstab. Der zweite ist auf der Brustseite tief eingeschnitten, wodurch eine obere und untere Leiste zu stande kommt, an die sich Muskeln setzen. Auf der Rückenseite flacht sich der zweite Ring stark ab und bildet an seinem Ende eine Gelenkfläche, unter der sich das verdickte hintere Ende des dritten Bronchialringes verschieben kann. Die Bewegung dieses letzteren ist hauptsächlich eine von aussen nach innen drehende, wobei sich sein Vorderende mit dem häutigen und bindegewebigen Überzug in das Lumen des Bronchus drängt und die Stimmritze verengt.

In der inneren Paukenhaut befindet sich noch ein kleines Knorpelstückchen, welches nach Wunderlich mit den beiden ersten Bronchialringen durch ein falsches Gelenk verbunden ist und, da sich Muskelfasern an dasselbe inserieren, jene Haut mit spannen hilft.

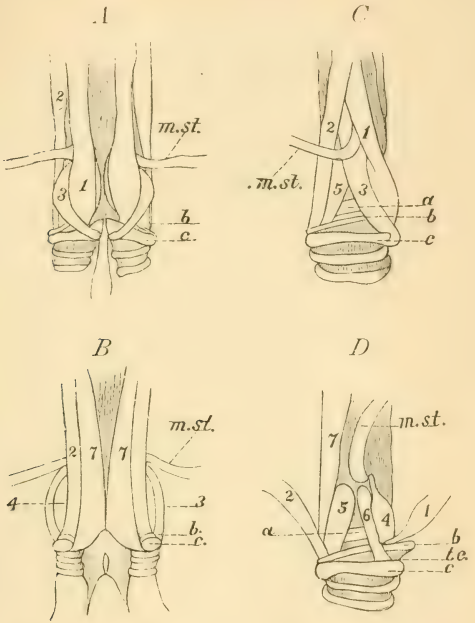
Schwingfähige Membranen treten im unteren Kehlkopf der Singvögel eine ganze Reihe auf: drei davon sind paarig symmetrisch entwickelt, eine unpaare liegt in

der Mittellinie als häutige Verlängerung des Steges, scheint aber bei der Stimmbildung nicht von wesentlicher Bedeutung zu sein, wenigstens fehlt sie brillanten Sängerinnen wie den Lerchen. Die erste symmetrisch entwickelte Kehlkopfsmembran ist die mehrfach erwähnte innere Paukenhaut, die allen Vögeln zukommt. Eine weitere liegt zwischen dem zweiten und dritten Bronchialring, verbreitert sich nach vorn, reicht hier auch weiter medianwärts als hinten, wo sie sich spitz verschmälert. Die dritte Stimmhaut ist das äussere Stimmband, das dem dritten Bronchialring aufliegt.

Die Muskeln des unteren Kehlkopfes sind nun, wie von vornherein zu erwarten, bei den Singvögeln in einem ganz anderen Grade differenziert, als bei den übrigen Vögeln, sind sie doch die Singmuskeln schlechthin. Es sind quergestreifte Muskeln und treten in sieben Paaren symmetrisch verteilt am untern Kehlkopf auf.

Zu seiner vorderen oder ventralen Region gehören: 1) der lange vordere Heber des 2. Halbringes (slc. des Bronchus), kommt von der Seite der Luftröhre, verläuft schräg nach vorn und setzt sich an das vordere Ende des 2. Halbringes; 2) der kurze vordere Heber des 2. Halbringes, liegt unter dem vorigen, ist kürzer aber fleischiger als dieser, entspringt am oberen der Trommel und inseriert hinter dem vorigen; 3) der Dreher des 3. Halbringes, entspringt unter dem langen vorderen Heber und setzt sich am unteren Rand des Vorderendes des 3. Halbringes; 4) der Erschlaffer der äusseren Paukenhaut, liegt unter dem vorigen und setzt sich an die Zwischenhaut zwischen dem 2. und 3. Halbring.

An der hinteren oder dorsalen Seite finden sich drei Paare von Muskeln, von denen zwei als langer und kurzer hinterer Heber genau den vorderen Hebern entsprechen,



Der untere Kehlkopf der Elster *A* von vorn, *B* von hinten, *C* von rechts, *D* desgleichen. Die Muskeln *1 2 3* sind abgetragen. — *a* Erster, *b* zweiter, *c* dritter Bronchialring — *te* Äussere Paukenhaut — *m. st. Musculus sterno-trachealis* — *1* Langer, *2* hinterer vorderer Heber des zweiten Bronchialrings — *3* Dreher des dritten Bronchialrings — *4* Kurzer vorderer, *5* kurzer hinterer Heber des zweiten Bronchialrings — *6* Erschlaffer der äusseren, *7* Spanner der inneren Paukenhaut. (Nach Wunderlich.)

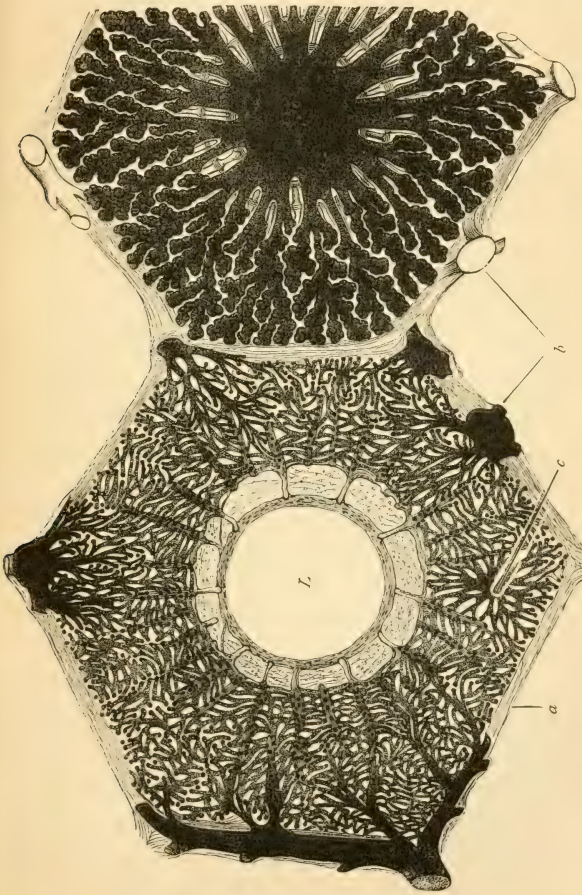
seitlich wie diese von der Luftröhre entspringen, aber schräg nach hinten verlaufen und sich an das hintere Ende des zweiten Halbringes setzen. Der dritte Muskel

ist der Spanner der inneren Paukenhaut, entspringt, zum Teil vom hinteren langen Heber bedeckt, von der Dorsalseite der Luftröhre und setzt sich an die innere Paukenhaut, mit einigen Fasern auch an die hinteren Enden des ersten und zweiten Halbringes.

Die Bronchien selbst sind im Verhältnis zu der durch die Halslänge bedingten Länge der Luftröhre bei Vögeln nur kurz. Die Länge dieser zur Länge jener verhält sich durchschnittlich wie $7{\cdot}5 : 1$. Dabei sind die Bronchien weit und bleiben so bis unmittelbar vor ihrem Eintritt in die Lungen, wo sie sich verengen. Die Teilungsstelle der Luftröhre liegt hinter dem Brustbein, nur ausnahmsweise (einige Schwimm- und Watvögel) weiter oben. So weit sie frei sind, werden ihre Wandungen, wie schon hervorgehoben, durch nach aussen und etwas nach vorn gelegene Knorpelhalbringe gestützt, die sich aber beim Eintritt des Bronchus in die Lunge verlieren, sodass derselbe als ein etwas erweiterter Kanal (Hauptbronchus) die ganze Lunge durchzieht und an ihrem hinteren Aussenwinkel mit einer ziemlich ansehnlichen Öffnung in den grossen Bauchluftsack mündet.

Sofort nach seinem Eintritt in die Lunge giebt derselbe vier Seitenbronchen (Bronchen zweiter Ordnung) dorsalwärts ab, die ihrerseits wieder Bronchen dritter Ordnung (eigentliche Lungenpfeifen) abgeben bez. sich in diese auflösen. Die Bronchen zweiter Ordnung sind verschieden lang; die längsten verlaufen oberflächlich dicht neben einander liegend bis zum hinteren Lungenrand. Unterhalb der Ursprungsstelle der dorsalen Bronchen zweiter Ordnung giebt der Hauptbronchus eine grössere Anzahl

kleinerer Bronchen zweiter Ordnung, auch dorsal-, aber besonders ventralwärts ab. Verschiedene der Nebenbronchen münden ähnlich wie der Hauptbronchus direkt in die gleich zu betrachtenden Luftsäcke.



Zwei Lungenpfeifen der Gans im Querschnitt. An der rechts gelegenen sind die Lufträume mit dunkler Injektionsmasse stark angefüllt. An der linken sind die Gefässe von der *Arteria pulmonalis* aus injiciert dargestellt. — *L* Lumen der Pfeife — *a* Interstitielles Bindegewebe — *b* Blutgefässe zwischen den Pfeifen — *c* Blutgefässe im Lungenparenchym. (Nach F. E. Schulze.)

Die Lungenpfeifen (Bronchen dritter Ordnung) laufen fast parallel zu und stehen in vielfacher Kommunikation mit einander. Anfangs sind sie gerade, nehmen aber je weiter distalwärts einen um so stärker geschlängelten Verlauf an. Auf dem Querschnitt erscheinen die Pfeifen schön regelmässig sechseckig und ihr im Zentrum gelegener kreisrunder Innenraum hat den dritten Teil Durchmesser der ganzen Pfeife. Die Wandungen dieses Innenraumes sind durchaus nicht gleichmässig platt, es springen vielmehr in denselben in ziemlich regelmässig gleich grossen Abständen Ringleisten vor, die ihrerseits durch in der Richtung der Lungenpfeife streichende Querleistchen mit einander verbunden sind. So entstehen in der Wand des Pfeifenraumes Gruben oder Nischen, deren Boden von Lungenparenchym gebildet wird. Von jeder Nische aus steigen in das Parenchym eine Anzahl radiär und zum Innenraum der Pfeife senkrecht stehende Seitenkanäle, die sich unter spitzen Winkeln mehrfach dichotomisch teilen und schliesslich in kleine (beim Schwan $0{\cdot}_{015}$—$0{\cdot}_{009}$, bei der Gans $0{\cdot}_{010}$—$0{\cdot}_{006}$, bei der Taube $0{\cdot}_{009}$—$0{\cdot}_{006}$ mm im Durchmesser habende) länglichc Blindsäckchen endigen.

Die schwammigen Wandungen der Lungenpfeifen bestehen aus zartem Bindegewebe, durchzogen von feinen elastischen Fasern, die netzartig angeordnet die Geflechte der Haargefässe tragen. Diese dem Gaswechsel in der Lunge dienenden Haargefässe kommen von feinen Ästchen der Lungenblut- und Lungenschlagader, die sich zwischen den Pfeifen verbreiten, ab und zu auch in deren Parenchym eindringen. Die Haargefässe sind sehr fein und umspinnen als Netze mit langen gestreckten Maschen die seitlichen Luftkanäle.

Knorpelbildungen fand F. E. Schulze nur am Beginn des Hauptbronchus in Gestalt von nicht ganz geschlossenen Spangen. Doch waren glatte Muskelfasern weit verbreitet, so namentlich in dem Leistensystem der Bronchen, die, wie die Pfeifen, mit Flimmerepithel ausgekleidet waren.

Die Lungen selbst sind beim Vogel verhältnismässig klein (durchschnittlich verhält sich ihr Gewicht zum Gewicht des ganzen Körpers wie 1 : 180), aber der Grösse der respirierenden Oberfläche und der Dichtigkeit des Kapillarnetzes wegen sehr leistungsfähig. Ihre Gestalt ist nicht leicht zu beschreiben und ergiebt sich am besten aus der Figur auf S. 363.

In frischen Kadavern gesunder Vögel sind sie meist lebhaft hellrot. Sie reichen von der Höhe des zweiten Brustwirbels bis zum oberen Rande der Nieren, an der Vorderseite sind sie ziemlich flach, über die Hinterseite verlaufen vom Innenrand nach aussen eine Anzahl (meist sechs) paralleler Furchen, die medianwärts tief eingeschnitten beginnen und fast bis zum Rande der Vorderseite reichen, lateralwärts immer seichter werden, bis sie verschwinden. Es sind das gewissermassen die Ab- oder Eindrücke der dahinter gelegenen Rippen, da die Lungensubstanz in die zwischen denselben befindlichen Räume *(spatia intercostalia)* hineinwächst. Mit der Hinterwand der Brusthöhle sind die Lungen durch gering entwickeltes Bindegewebe verbunden und hält es schwer, dieselben ohne Zerreissung aus den Rippen-Zwischenräumen zu lösen.

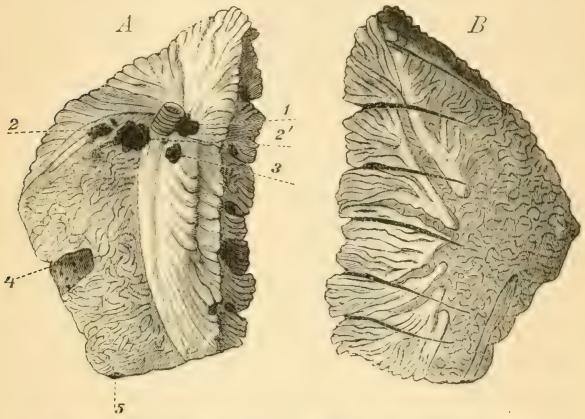
Der pleurale Teil des Bauch-Brustfelles kommt als Mittelfell von den oberen Brustwirbeln, überzieht von hinten her den Herzbeutel, schlägt sich über die Vorder-

seite weg, sodass der Ausspruch Blumenbachs, die Vogellungen lägen eigentlich ausserhalb der Brusthöhle, nicht ganz unrichtig ist. Weiter bedeckt es die Innenseite des Brustbeines und zerlegt durch eine mediane Falte die Brusthöhle in eine linke und eine rechte Hälfte. In der Mitte weicht das Mittelfell zu einer kegelförmigen Höhle *(cavum mediastinum)* aus einander, in der das Herz liegt und die Speiseröhre nebst dem oberen Teil der Aorta verläuft.

Die Basalfläche der Lunge ist noch von einer unter der Pleura befindlichen besonderen Haut überzogen, die mit den Rippen hinten durch einige sehnige Bänder und nach vorn durch schwache Bündelchen von (quergestreiften) Muskeln verbunden ist. Man hat diese Einrichtung gelegentlich wohl als dem Zwerchfell der Säugetiere homolog ansehen wollen.

Auf der Vorderseite und am unteren Rande der herauspräparierten Vogellunge fallen nun einige unregelmässig runde Löcher auf, die auch in ihrer Zahl individuellen Schwankungen unterworfen sein können, indem sie bisweilen zufällig durch eine Brücke von Lungensubstanz überspannt sind, sodass aus einer grösseren zwei kleinere werden. In der Nähe der Eintrittsstelle des Bronchus liegen ihrer bei der Ente vier und eines am lateralen Winkel des Unterrandes. Letzteres ist die weiter oben erwähnte Mündung des Hauptbronchus in den grossen Bauchluftsack. Die anderen sind die Öffnungen von Bronchien zweiter Ordnung, die in andere Luftsäcke führen. Bisweilen ist ihr Rand durch knorpelige Einlagerungen gestützt.

Die Luftsäcke selbst sind nichts als die direkten Fortsätze jenes Hauptbronchus und jener Nebenbronchen. Die diese auskleidende Haut wächst weiter ohne von Lungenparenchym bedeckt zu werden, d. h. die Hauptkanäle geben keine Nebenkanäle mehr ab. In unmittel-



Rechte Lunge einer erwachsenen Ente, mit Wachs injiciert.

A von vorn mit dem Austritt der Luftzellen: *1* der Oberkehlkopfzelle *(Cellula supralaryngea)* — *2* und *2'* der Unterkehlkopf- und Schulterzelle *(Cellula infralaryngea* und *axillaris)* — *3* der vorderen und *4* hinteren Unterrippenzelle *(Cellula subcostalis anterior* und *posterior)* — *5* der unteren Bauchzelle *(Cellula abdominalis inferior).* — *B* von hinten; man sieht die Eindrücke von 6 Rippen. (Nach Selenka.)

barer Nähe der Bronchenöffnung zeigt der Luftsack innen Flimmerepithel wie in den Bronchen selbst; dasselbe macht allerdings bald einem einfachen Plattenepithel Platz. Diese blasenartigen Fortsätze der Bronchialhaut sind überzogen mit sehr dünnem Bauchfell, das sie bei ihrem Entstehen und bei ihrem Wachstum vor sich her schieben. Es finden

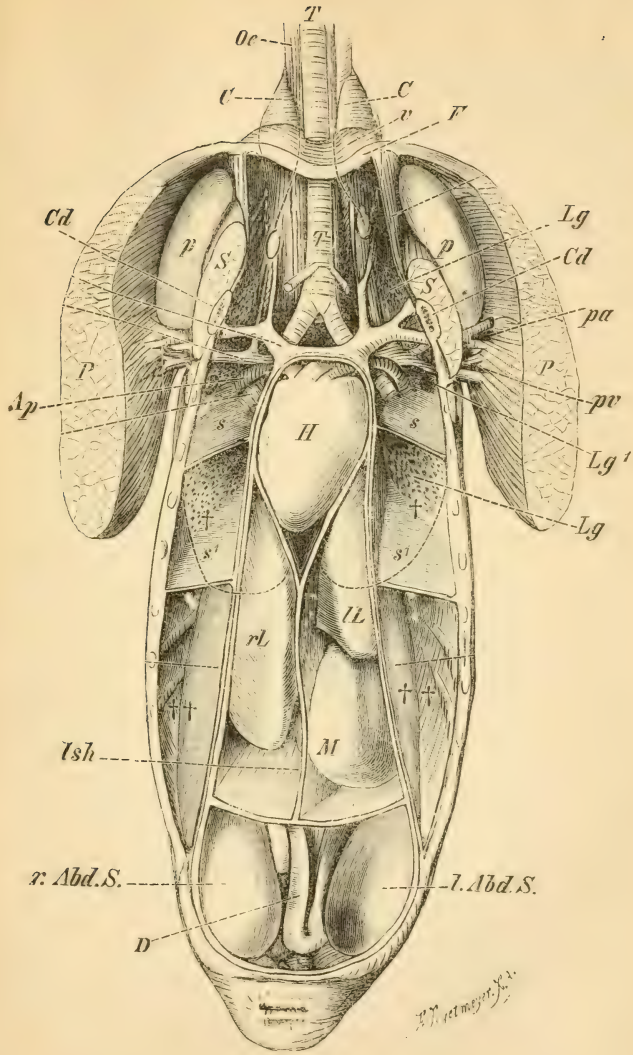
sich in ihren Wandungen zarte elastische Fasern und ein weitläufiges Kapillarnetz, bei grossen Vögeln (Pelikan z. B.) auch glatte Muskelfasern.

Sie treten in sehr konstanter Zahl auf, wenn auch im Übrigen der Grad ihrer Entwickelung ein sehr verschiedener ist. Meist finden sich folgende Luftsäcke, die eine ziemlich verworrene Synonymie haben: 1) medianwärts unmittelbar neben der Eintrittsstelle des Bronchus in die Lunge nimmt der Halsluftsack seinen Anfang; er entsendet röhrenartige Fortsätze nach hinten zur Luftröhre, den grossen Gefässen des Halses, der Speiseröhre, in den Gefässkanal der Halswirbel, in den Rückenmarkskanal bis in den Schädel und häufig in die Körper der Halswirbel selbst; auch unter die Haut des Halses verbreiten sich seine Fortsätze öfters und helfen die hier befindlichen Federpartien mit sträuben; 2 und 2^1) medianwärts vor dem Eintritt des Bronchus in die Lunge und lateralwärts an ihrem Rand ziemlich in der Mitte nehmen Luftsäcke ihren Ursprung (je einer an der betr. Stelle), die oben zwischen den Ästen ihre Hauptentwickelung erreichen, sich mit denen des anderen Lungenflügels unter Resorption der häutigen Zwischenwandungen

---

Erklärung zu nebenstehender Abbildung.

T Luftröhre — *Oe* Speiseröhre — *H* Herz und Herzbeutel — *rL lL* Rechter und linker Lungenlappen — *lsh* Aufhängband der Leber — *D* Darm — *P* Grosser Brustmuskel — *pa* Schlagader — *pv* Entsprechende Blutader — *S* Unterschulterblatt-Muskel — *Cd* Rabenbein — *F* Gabelbein — *Lg* Lg^1 Lunge — *r.Abd.S. l.Abd.S.* Rechter und linker Bauchluftsack — † † Hinterer mittlerer, † vorderer mittlerer Luftraum — s^1 s^1 Scheidewände derselben — *s s* Scheidewände zwischen den vorderen mittleren Luftsäcken und dem im vorderen Teil der Brusthöhle gelegenen, unpaaren unteren Halsluftsack — *v* Vorderes Wandstück desselben — *p* Brusttasche zwischen Rabenbein, Schulterblatt und den vordersten Rippen, mit dem unteren Halsluftsack kommunizierend — *C C* Obere Halssäcke — *Ap* Lungenschlagader. (Nach Wiedersheim.)


T
Oe
C
C
v
V
Cd
Lg
Cd
p
S
T
p
S
pa
P
P
Ap
pv
s
H
s
Lg'
Lg
s'
s'
rL
lL
lsh
M
r. Abd.S.
l. Abd.S.
D

an den Berührungsflächen vereinigen; sie versorgen auch die Knochen der vorderen Extremität, soweit dieselben pneumatisch sind; dann die Regionen der Halswurzel, der Achsel, das Rabenschnabelbein und die Brustmuskulatur. 3 und 3^1) beginnen unterhalb 2 und 2^1 und durchwachsen hauptsächlich die Brusthöhle, die Gegend um den Herzbeutel, die grossen Gefässe, die Bronchen und das Brustbein. 4) Ein Luftsack beginnt am äusseren Lungenrand und versorgt die Subkostalgegend, Leberregion u. s. w. 5) Der grösste Luftsack beginnt als direkter Fortsatz des Hauptbronchus an dem lateralen unteren Winkel der Lunge, liegt in der Bauchhöhle, erstreckt Fortsätze in die Beckenknochen, sowie in die Skelettteile und zwischen die Muskulatur der hinteren Extremität.

Wo das System der Luftsäcke sehr stark entwickelt ist (z. B. Pelikan, Tölpel, Nashornvögel, Wehrvögel oder Chauna), treten Fortsätze von ihnen unter den grössten Teil der Körperhaut, namentlich unter die Federfluren. Beim Pelikan, wo die Contourfedern sehr schön im Quincunx stehen, liegt zwischen je vier Federn ein regelmässiges Luftkästchen der Art angeordnet, dass seine vier Ecken an den Hautvorsprung unterhalb je einer Feder sich anschliessen und seine Seitenränder von Feder zu Feder verlaufen. Diese verschiedenen Kästchen kommunizieren mit einander durch ovale Löcher in ihren Wandungen. Wo die Pneumatizität des Vogelkörpers eine starke ist, wird es oft sehr schwer zu sagen, zu welchem Hauptluftsack ein pneumatischer Fortsatz gehört, umsomehr als Verbindungen zwischen denselben nicht selten sind.

Die Federn sind, wie wir weiter oben sahen, in verwachsenem Zustande in hohem Grade lufthaltig, treten aber nirgends mit dem System der Luftsäcke in unmittelbare Verbindung.

Bei der Entwickelung der Luftsäcke*) geht der grosse Bauchluftsack als direkte Fortsetzung des Hauptbronchus den anderen voran und schon am fünften Bebrütungstage ist das Lumen des letzteren am blinden Ende deutlich erweitert; am elften sind sämtliche in der Anlage vorhanden.

Über die Bedeutung und das Wesen der Luftsäcke der Vögel ist seit dem vorigen Jahrhundert viel geschrieben, bisweilen auch gestritten worden. Es wird genügen, wenn wir eine kurze Analyse der neuesten und wichtigsten Arbeit auf diesem Gebiete (von Strasser) geben**).

Nach diesem Forscher finden sich bei allen lebenden Vögeln mindestens die Rumpf- oder inneren Luftsäcke. Oft wird ihre Wand im Weiterwachsen durch ganz feine Gefässe oder Nervenästchen aufgehalten und bildet eine Falte, anderseits hat sie auch die Fähigkeit, in die kleinsten Lücken und Zwischenräume hinein zu wachsen. Wo die umgebenden Teile fest sind, oder doch nur eine geringe Verschiebung gegen einander gestatten, da haftet ihnen die Haut der Luftsäcke fest und sicher an, nur da, wo plötzliche und ergiebige Verschiebungen möglich sind und vorkommen, wie etwa zwischen den Darmschlingen bleiben die Wandungen mehr selbständig, sind aber im

*) Vergl. Selenka, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. XVI, pag. 178.
**) Vergl. Morpholog. Jahrbuch, Bd. III.

stande, jeder Bewegung ihrer jeweiligen Umgebung im Augenblick sich genau anzuschmiegen.

Wo die Vergrösserung des Raumes zwischen Organen ohne nachweisliches aktives Zuthun des Luftsackes geschieht, bezeichnet Strasser den Vorgang als Wachstumsaspiration: die Lufträume zwischen den Eingeweiden, den Muskel- und Knocheneinheiten vergrössern sich wesentlich durch diese. Daneben kann sich freilich der Luftsack auch auf Kosten anderer Gewebsbestandteile vergrössern, indem diese bei dem Wachstum jenes einfach resorbiert werden. Schliesslich ist aber auch eine Ausdehnung des Luftsackes durch besondere Einflüsse der Bewegung denkbar und daher ist es von Wichtigkeit, das Verhältnis der Luftsäcke zur Haut einerseits und zu den Knochen und Muskeln anderseits festzustellen.

So kann man sich z. B. eine ausdehnende Wirkung durch Verschiebung in den Gelenkbeugen, besonders in denen mit Winkelstellung, und dadurch ein Arrangement der beteiligten Muskeln in zwei seitliche Gruppen gar wohl vorstellen. Wo, wie in erster Linie in der Achselhöhle und am Anfangsteile des Halses, durch die Gelenkbewegung eine Loslösung der Haut von den unter ihr gelegenen Partien stattgefunden hat, da ist der betr. Luftsack schon längst durch Wachstumsaspiration bis in jene subkutanen Räume gelangt.

In der Regel, bemerkt Strasser, trete die Luftsackmembrane nicht erst infolge von Fettschwund in einen Wachstumsraum, sondern primär. Fett tritt als provisorische, später durch Luft zu ersetzende Ausfüllungsmasse namentlich da auf, wo die anatomischen Verhältnisse der Um-

gebung sichtlich einem rechtzeitigen Nachrücken des Luftsackes hinderlich waren.

Auch Muskeln können pneumatisch werden, indem der Luftsack zwischen die Faserbündel eines Muskels eindringt. So fand Strasser den Ursprung des grossen Brustbeinmuskels am Brustbeinkamme in diesem Sinne pneumatisiert.

In älterer Zeit fasste man die Pneumatizität des Vogelskeletts nur so auf, dass dadurch der Flug erleichtert werde. Nach und nach kam man immer mehr von dieser Ansicht ab. Gegenbaur vertritt sie noch 1870: „Dieser häutige Apparat wird schliesslich aus häutigen, zwischen die Eingeweide eingebetteten Säcken oder in die Skelettteile eindringenden Schläuchen dargestellt. Wie im letzteren Falle mit dem Schwinden des Knochenmarkes, an dessen Stelle ein lufthaltiger Raum tritt, eine bleibende Verringerung des spezifischen Gewichtes des Tieres sich bildet, so kann durch die Füllung der zwischen den Eingeweiden gelagerten Säcke eine vom Willen des Tieres abhängige Gewichtsminderung entstehen, die ebenso wie die erstere das Flugvermögen unterstützt".

Sappey sieht (1847) die mittleren Luftsäcke in ihrer Wirkung als Saugpumpen an, und vergleicht die Lungen mit vaskulärisierten Schwämmen, die in die Bahn des Luftstromes eingeschaltet sind. Die Lungen selbst besitzen nur eine sehr beschränkte Ausdehnungsfähigkeit, wenn auch der Gasaustausch zwischen Luft und Blut ausschliesslich in ihnen vor sich geht.

Nach Campana beteiligen sich hierbei durchaus nicht bloss die mittleren Luftsäcke, sondern auch und fast in noch höherem Grade die vorderen. Wenn beim Einatmen sich

die mittleren füllen, so werden die vorderen durch Muskelwirkung zusammengepresst. Das findet rhythmisch abwechselnd statt, sodass ein kontinuierlicher Luftstrom in abwechselnder Richtung durch die Lungen streicht. Ähnliche Ansichten hatte über diesen Gegenstand schon 1689 Méry entwickelt.

Die Luftsäcke der Vögel dürften im Laufe der Zeit sehr gemischten physiologischen Funktionen dienstbar geworden sein. Um auf ihre älteste, ursprünglichste schliessen zu können haben wir drei Mittel: Die individuelle Entwickelung der Lunge der jetzigen Vögel, den Vergleich mit der Lunge lebender verwandter Wirbeltiere, also der Reptilien, und die Untersuchung ausgestorbener Formen, also ein ontogenetisches, vergleichend anatomisches und ein phylogenetisches Mittel.

Die Ontogenie lehrt uns, dass zunächst der Hauptbronchus sich sackartig verlängert und zwar weit früher, als eine Anzahl Nebenbronchen ein gleiches thun. Von ihm müssen wir also bei Beurteilung des anfänglichen Wertes der Luftsäcke ausgehen und das können wir, indem wir zugleich zu einer anatomischen Vergleichung übergehen.

Zunächst würden sich uns bei dieser die Chamäleons aufdrängen, deren Lungen bekanntlich an der Innenseite und dem Hinterrande eine Anzahl finger- oder wurzelförmiger sackartiger Fortsätze besitzen. Indessen scheint mir ein näherer Zusammenhang zwischen den Chamäleons und den Vögeln mehr als zweifelhaft. Ich glaube vielmehr, dass bei beiden eine uralte Eigentümlichkeit des

Sauropsidenstammes weiter entwickelt wurde und in merkwürdiger Anpassung an ganz verschiedene Ursachen in auffallend ähnlicher Art und Weise.

Die Chamäleons sind von allen Wirbeltieren die starrsten, um mich so auszudrücken, oder diejenigen, die der Sessilität am nächsten kommen. Alles kommt für sie darauf an, den Blicken ihrer Mitgeschöpfe, Beutetiere sowohl wie Feinde, entzogen zu sein. Ihre Haltung, ihre Färbungen, ihre Form, ihre Augen, alles hat sich in dieser Richtung angepasst. Eine rhythmisch wiederkehrende Hebung und Senkung der Flanken oder der Kehle und Vorderbrust würde die ruhig sitzenden Tiere auffällig machen und sie verraten. Daher atmen sie nicht in rhythmischem Wechsel ein und aus, sie ziehen ihre Luftsäcke voll Luft und lassen dieselbe durch die, wie bei den Vögeln, in die Zwischenräume der Rippen gepressten Lungen hindurchstreichen. Auch sollen sie, was ich nie gesehen habe, obwohl ich lebende Chamäleons oft genug zu beobachten Gelegenheit hatte, jene Anhängsel ganz prall mit Luft und so ihren Körper aufblähen können, wodurch ihr Farbenspiel effektvoller werden soll.

Jenes Atmen auf Vorrat, um es einmal kurz so zu nennen, kommt auch Schlangen zu, deren Lunge im letzten oft sehr beträchtlichen Abschnitt einen einfachen Sack ohne spongiöses Gewebe darstellt, also unmittelbar zur Respiration, d. h. zum Gasaustausch zwischen Luft und Blut nicht dienen kann.

Diese Anlage, die vielleicht noch weiter zurück als auf die Reptilien geht, war auch bei den alten Ptero-

sauriern und bei den Urvögeln vorhanden, wurde aber hier weiter ausgebaut und zwar in erster Linie doch der Erleichterung des Fluges wegen.

Dass ein hohler Knochen leichter ist als ein mit Mark gefüllter, wird jeder zugeben. Die Luftsäcke des Rumpfes trieben (vergl. S. 12) Fortsätze in Teile des Skeletts und wurden dadurch, während sie vorher bloss Luftreservoire gewesen waren, zu aërostatischen Apparaten, wobei zugleich die Rumpfluftsäcke selbst sowie ihre subkutanen Anhängsel, indem sie das Volumen des Vogels vergrösserten ohne sein Gewicht zu steigern, entschieden seinen Flug erleichterten. Vielleicht kann der Vogel auch beim Steigen und Sinken im Luftmeer einen Teil seiner Luftsäcke durch Muskelwirkung ähnlich regulieren, wie etwa der Fisch seine Schwimmblase.

Es sind nun von verschiedenen Seiten eine Reihe von Bedenken gegen die Richtigkeit der Ansicht, dass die Luftsäcke flugerleichternde Apparate seien, geltend gemacht worden. Erstens sagt man: der Strauss fliegt nicht und hat doch pneumatische Knochen, anderseits giebt es brillante Flieger, die solche ganz oder teilweise entbehren müssen (Möven, Seeschwalben, echte Schwalben, Segler u. s. w.). Gegen den ersteren Einwand habe ich mich bei Betrachtung des Skeletts schon ausgesprochen (S. 10) — man verfällt immer wieder in den Irrtum in den Straussen Vögel zu sehen, die auf einer ursprünglichen tiefen Stufe stehen geblieben sind und vielleicht in ihrer Ahnenreihe nie geflogen haben. Dem gegenüber behaupte ich, die abweichenden Eigentümlichkeiten der Strausse sind nicht altertümlicher Natur, sondern beruhen auf Rückbildungen zufolge der verloren gegangenen Flugfähigkeit, denn ihre Ahnen haben geflogen,

sonst könnten die jetzigen unmöglich ein Federkleid und gerade pneumatische Knochen besitzen.

Den Hinweis auf kleinere gutfliegende Vögel mit nicht pneumatischen Knochen hat Strasser schon entkräftet, indem er die Verhältnisse der Entwickelung der Flugmuskulatur bei diesen gegenüber denen bei grossen Vögeln betonte.

Endlich führt man auch häufig die Thatsache ins Feld, dass die Dinosaurier z. T. hohle Knochen hatten. Nun, erstens sind hohle Knochen noch keine pneumatischen, und, so viel ich weiss, hat man an denen der Dinosaurier noch nicht, wie bei den Pterosauriern, Luftlöcher gefunden zur Kommunikation mit Lungenanhängen, und zweitens: wer darf positiv behaupten, dass jene Knochen auch im Leben hohl waren, brauchten sie nicht etwa nur teilweise verknöchert zu sein, wie sie es bei so vielen Amphibien und hin und wieder bei einigen Reptilien der Gegenwart sind?

Die von der Mundhöhle und die von den Lungen ausgehende Pneumatizität des Schädels, besonders des Schädeldachs und der Unterhaut-Bindegewebes hat vielleicht noch einen weiteren Nutzen, indem die Luft in diesen Räumen das fehlende Fett ersetzt und einen Teil des Wärmeschutzes vermittelt.

Pagenstecher (Allgem. Zoologie, T. III, pag. 346) hebt noch als einen mechanischen Effekt absperrbarer Luftsäcke an den Beugestellen hervor, „dass sie als elastische Kissen die Glieder und den Hals in der Ausstreckung stützen und so Muskelarbeit z. B. dem auf den Schwingen treibenden oder die ausgebreiteten Flügel trocknenden Vogel ersparen“. Auch ihre Beteiligung am Zustandekommen des

Gesangs der Singvögel ist höchst wahrscheinlich, ohne sie dürfte es einer Lerche kaum möglich sein unter anhaltendem Singen so beträchtlich hoch in die Lüfte zu steigen.

Desgleichen scheint, wie erwähnt, ihre Mithilfe in Ermangelung einer eigentlichen Bauchpresse bei der Entleerung des Kotes, die oft so gewaltsam bei Vögeln ist, nicht ausgeschlossen.

Die Betrachtung über Nasenloch und Nasenhöhle der Vögel findet sich im Kapitel Sinnesorgane unter Geruchsorgan.

VII.

Das Blut und der Zirkulationsapparat.

Das Blut der Vögel als arterielles zeichnet sich dem der anderen Wirbeltiere gegenüber durch eine etwas lebhaftere rote Farbe, weniger Blutwasser aber zahlreichere Blutkörperchen aus. Dieselben sind wie bei Reptilien oval und messen nach einer Reihe von mit Blut verschiedener Vögel vorgenommenen Messungen auf dem Längsmesser 9.52 bis 16.95 und auf dem Quermesser 6.38 bis 9.09 Tausendstel Millimeter. Es ist nicht uninteressant, dass bei Embryonen und jungen Individuen die Blutkörper absolut grösser sind, namentlich einen grösseren Quermesser haben als bei erwachsenen derselben Art.

Der Eiweissgehalt des Vogelbluts ist ein beträchtlicher. Bei der Gans macht er 36.41 % der Blutmenge aus, beim Menschen aber nur 12.24 %, daher findet sich in der Blutasche jener ein bedeutender Prozentsatz von Phosphorsäure, nämlich 2.662 % (beim Menschen 0.882 bis 1.126 %), während der Gehalt an Chlor im Gänseblut gegen den-

jenigen des Menschenbluts zurücktritt (dort 2.41, hier 3.074 bis 3.763 %). Auch ist das venöse Vogelblut weit reicher an Kohlensäure, das arterielle an Sauerstoff als das der Säugetiere, hat eine nicht unbeträchtlich höhere Temperatur und gerinnt eher als bei diesen.

Was die Blutmenge betrifft, so verhält sich das Gewicht des Blutes zu dem des ganzen Körpers: bei der Taube durchschnittlich wie 1 zu 15.8 und beim Haushahn wie 1 zu 11.5.

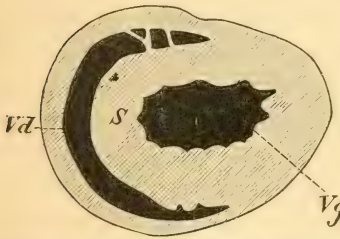
Es sind leider in dieser Richtung noch keine eingehenden Untersuchungen gemacht worden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass ausgezeichnete Flieger und flugunfähige Formen in allen auf das Blut Bezug habenden anatomischen und physiologischen Verhältnissen wesentliche Unterschiede aufweisen.

Das Herz der Vögel besteht aus vollständig von einander getrennten Kammern und Vorkammern; das Loch, mittels dessen die letzteren beiden beim Vogel im Ei noch mit einander kommunizieren, ist von einer derben, wenn häufig auch noch durchscheinenden Haut verschlossen. Es kann mithin nirgends eine Vermischung arteriellen und venösen Blutes stattfinden.

Das in einem kräftigen, widerstandsfähigen aber dünnen Herzbeutel, der sich aussen sehr oft mit Luftzellen verbindet, eingeschlossene Herz liegt in der Mitte der Brusthöhle, also etwas weiter nach rechts als bei den meisten Säugetieren, zugleich aber auch weiter nach hinten. Die Spitze, die zwischen den Leberlappen vollständig eingebettet ist, wird bei körnerfressenden Vögeln mit muskelstarkem Magen sogar nach rechts gedrückt.

Die im allgemeinen kegelförmige Gestalt ist in den Verhältnissen zwischen Länge und grösster Breite verschiedenen Schwankungen unterworfen: am längsten ist das Herz bei manchen Sumpfvögeln, am breitesten erschien es mir bei Papageien und Eulen. Das Gewicht der Herzen schwankt (auch bei sonst nahezu gleich grossen Vögeln) im Verhältnis zum Gewicht des ganzen Körpers gar sehr. So verhalten sich beide nach Tiedemann beim Wiedehopf wie 1 : 50, beim Star wie 1 : 76, beim Nusshäher wie 1 : 95 und beim Rebhuhn wie 1 : 122 zu einander. Die Ursache der grösseren Schwere ist durchaus nicht allein auf bedeutenderen Umfang des Herzens zurückzuführen, sondern auf eine kräftigere Entwickelung und bedeutendere Dichtigkeit seiner Muskulatur, die ihrerseits durch lebhafteres Funktionieren der Atmungswerkzeuge bedingt wird. Wir sind mithin zu der Ansicht berechtigt, dass ein Vogel, in je ausgesprochenerem Masse er Flieger ist, ein um so schwereres Herz habe. Bestätigt wird diese Ansicht dadurch, dass das Herz solcher Vögel, die längere Zeit in einem beschränkten Raume in Gefangenschaft zugebracht haben, leichter und muskelschwächer erscheint, als das ihrer wildlebenden Geschwister, wie ja auch im Menschengeschlecht das Herz solcher Leute, die sich viel und anhaltend namentlich im Freien bewegen, kräftiger und schwerer bei gleicher, bisweilen sogar bei geringerer Grösse als das der Stubenhocker ist. Vielleicht wird aber das Herz infolge der Eigentümlichkeit sehr guten Fluges dabei auch noch grösser im Verhältnis zur Körpergrösse; die Kolibris zeichnen sich wenigstens durch den Besitz sehr grosser Herzen aus.

Die vordere und hintere, der Herzscheidewand entsprechende Längsfurche *(sulcus longitudinalis anterior* und *posterior)* auf der Aussenseite sind, ebenso wie die vorderen und hinteren, der Kontaktebene zwischen Vorkammern und Kammern entsprechenden Querfurchen *(sulcus transversus ant.* und *post.)* weniger ausgeprägt als bei den meisten Säugetieren und vielen Reptilien. Die Längsfurche läuft auch rechts höher um das Herz herum als bei jenen, sodass dessen Spitze zu einem weit grösseren Teil ausschliesslich von der Wandung der linken Vorkammer gebildet ist, als das sonst der Fall zu sein pflegt.



Querschnitt durch das Herz des gemeinen Kranichs. (Nach Wiedersheim.)
Vd Rechter, *Vg* linker Herzventrikel — *S* Scheidewand.

Die Wandung der linken Kammer ist überhaupt weit stärker als die der rechten, ja häufig mehr als noch einmal so dick. Die linke Kammer selbst erscheint auf einem Querschnitt, wie bei manchen Vögeln (Tauchern), fast kreisrund, der längere Durchmesser von rechts nach links gelegen. Die rechte Kammer, die bloss die Aussenwand selbständig hat, umfasst die linke Kammer auf dem Querschnitt als halbmondförmiger Schlitz. Da die Herzscheidewand dabei nicht senkrecht verläuft, sondern in die rechte Kammer mit ihrer Fläche konvex vorspringt, so macht das Ganze auf Querschnitten umsomehr den Eindruck, als ob die rechte Kammer nichts als eine durch Auseinander-

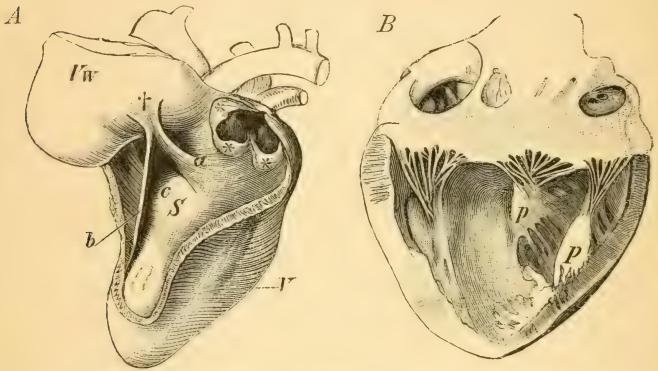
weichung der rechten Aussenwand der linken Kammer gebildete Tasche sei.

Während so die linke Kammer der rechten gegenüber eine überwiegende Entwickelung zeigt, liegt bei den Vorkammern die Sache in der Regel umgekehrt: die rechte ist, besonders bei Raubvögeln, grösser als die linke, hat auch ein ansehnlicheres Herzohr. Die meisten sperlingsartigen Vögel scheinen indessen eine Ausnahme zu machen und eine grössere linke Vorkammer zu besitzen.

Es wurde weiter oben schon erwähnt, dass die Scheidewand sowohl zwischen den Kammern wie den Vorkammern beim ausgebildeten Vogel niemals eine Perforation aufweise. An der linken Seite der Kammerscheidewand, also im Binnenraum der linken Kammer selbst, befinden sich in der Regel eine Anzahl unregelmässig verlaufender Wülste. In der rechten Kammer treten im hintersten Teil schräg von der Innenseite der äusseren Wandung kleine, wenig in die Augen fallende Muskelbündelchen an die Kammerscheidewand. Oft ist ihre Zahl so gross, „dass sie geradezu ein Fasernetz zwischen Septum und Ventrikelwand bilden*)". Sie sind bei nahe verwandten Vogelarten, ja bei Individuen derselben Art, rücksichtlich ihrer qualitativen und quantitativen Entwickelung einigen Schwankungen unterworfen. Bei Hühnervögeln *(Tetrao)* und Raubvögeln sind sie nicht sehr zahlreich, kurz aber kräftig; beim Kuckuck sind sie zahlreicher. Die Watvögel haben 10 bis 12 solcher Muskelbündel, die von geringer Breite und z. T. häutig sind; bei den Schwimmvögeln vermindert

*) Vergl. Gasch, R., im „Archiv für Naturgeschichte" 1888, pag. 120 ff.

sich ihre Zahl und bei den Singvögeln sind sie in so weit rudimentär geworden, dass sie überhaupt nicht mehr muskulös sind, vielmehr nur noch als ganz feine Sehnenfädchen auftreten. Am stärksten entwickelt scheint das Fasersystem beim Kasuar zu sein, während es beim Strauss eine nur sehr geringe Entfaltung aufweist.



A **Herz des Schwans mit aufgeschnittenem rechten Ventrikel.**
(Nach Wiedersheim.)

Vw Vordere Ventrikelwand zurückgeschlagen, wodurch die mit zwei Muskelfalten *(a* und *b)* entspringende Atrioventrikularklappe gespannt wird — † Ihr Insertionspunkt an der vorderen Ventrikelwand — *c* Eingang in das *Ostium atrio-ventriculare* — *S Septum ventriculare* — *** Die drei Semilunarklappen der *Arteria pulmonalis* — *V* Linker Ventrikel.

B ***Valvula atrio-ventricularis sinistra*** **des Schwans** nach Wiedersheim. *p p Musculi papilares* mit *Chordae tendineae.*

Die Scheidewand der Vorhöfe des Vogelherzens ist nicht einfach, besteht vielmehr aus einem zarten häutigen und einem derberen elastischen Teil, der eine Fortsetzung der Lungenvene ist, die in den Hohlraum der Vorkammer eintritt und sich an der Bildung der Scheidewand in erster

Linie beteiligt. Der häutige Teil der Scheidewand findet sich ausnahmslos bei allen Vögeln, selbst beim Kasuar und Strauss, wenn er auch von sehr verschiedenem Umfange ist. Die Singvögel haben überhaupt nur ein häutiges Septum zwischen den Vorhöfen.

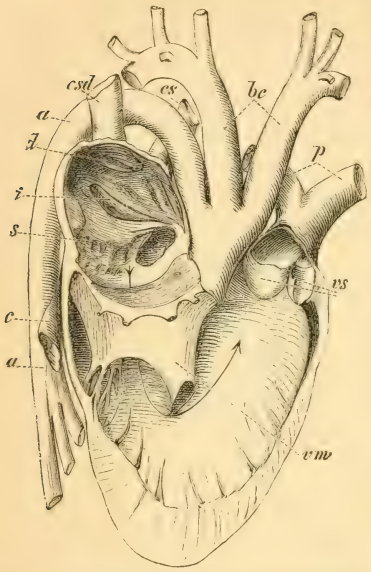
Was die Herzklappen betrifft, so ist an Stelle der dreizipfeligen Klappen des Säugetierherzens nur eine einzige, häutige derbe Klappe vorhanden, die oben in der Herzkammer vor der Verbindungsöffnung mit der rechten Vorkammer gelegen ist. Sie ist von dreieckiger Gestalt und senkt sich mit ihrem freien in die Kammer ragenden Rand schräg von rechts oben nach links unten.

Dieselbe ist bei Wasservögeln, besonders tauchenden, am stärksten, am schwächsten bei den ausgesprochensten ganz an den Boden gebundenen Landvögeln, den sog. Straussvögeln; bei *Apteryx* ist sie namentlich auffallend dünn.

In der linken Herzkammer sind meist drei oder zwei häutige, gleichfalls vor der Verbindungsöffnung mit der Vorkammer gelegene Klappen *(valvulae mitrales)* vorhanden.

Aus dem Herzen entspringt die grosse Schlagader *(aorta)*, die sich, nach Abgabe der Kronenschlagader zur Versorgung des Herzens selber, sofort in zwei Äste teilt. Der rechte Ast, welcher der stärkere ist, verzweigt sich alsobald in die absteigende grosse Rückenarterie, die sich sofort nach ihrem Ursprunge rechts umbiegt und unterhalb und neben der Wirbelsäule nach unten verläuft, und zur Versorgung der vorderen bez. oberen Körperteile in eine rechte Unterschlüsselbeinarterie *(arteria subclavia dextra)*. Der linke Ast ist die linke Unterschlüsselbeinarterie *(art. subcl. sinistra)*. Meist entspringt jederseits eine Kopfschlagader

(carotis); bei den meisten Singvögeln indessen und einigen anderen ist bloss eine linke vorhanden, die rechte Unterschlüsselbeinarterie giebt keine ab. Beim Flamingo hingegen ist es gerade umgekehrt.

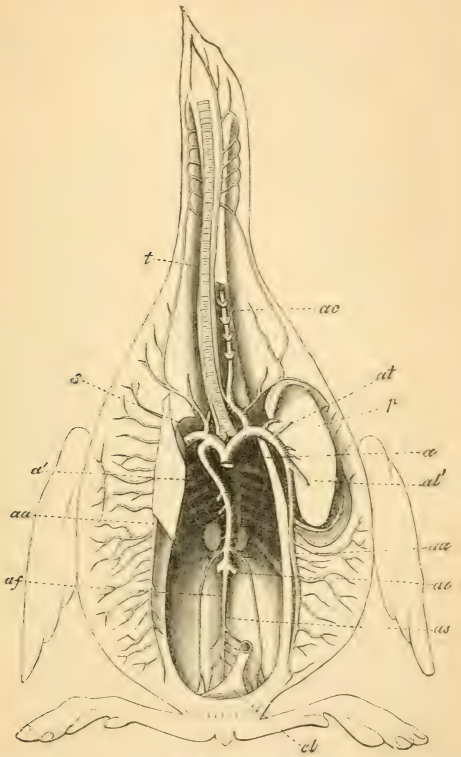


Herz und grosse Gefässe vom japanischen Kranich, *Grus leucauchea,* in nat. Grösse, nach Wegnahme der rechten Aussenwand; rechter Vorhof und rechter Ventrikel sind geöffnet. (Nach Pagenstecher.)

bc Arteria brachiocephalicae — aa Aorta — *cs Vena cava superior sinistra — s* Deren Mündung im Vorhof — *c Vena cava inferior — i* Deren Mündung im Vorhof — *p Arteria pulmonaris — vm* Rechte muskulöse Atrioventrikularklappe — *vs* Teile der Semilunarklappen der Pulmonararterie. Die Pfeillinie bezeichnet die Richtung des Blutstroms.

Die einfache oder doppelte Kopfschlagader läuft an der Unterseite der Halswirbel nach oben; ist sie bloss einfach, dann verteilt sie sich erst unmittelbar unterhalb der Schädelbasis in einen rechten und linken Zweig. Die äussere Brustschlagader *(arteria thoracica externa, — mammaria* kann man sie hier nicht nennen, und aus nahe liegenden Gründen) ist bei den Vögeln besonders stark entwickelt, stärker als die Armarterie, was die Folge der grossen Ansprüche ist, welche die gewaltige Brustmuskulatur an die Ernährung macht.

An Stelle einer einzigen Darmbeinarterie *(arteria iliaca)* nach jeder Seite giebt die absteigende Aorta deren zwei ab. Die obere *(arteria cruralis)* ist schwach, verläuft von oberhalb des vorderen Beckenrandes und von unterhalb



Arterielles Gefässsystem des Haubensteissfusses. (Nach Barkow.
a Aortenstamm — *a' Aorta descendens* — *s Arteria subclavia* — *ac Arteria carotis primaria* — *aa Arteria cutanea abdominis* — *at* und *at' Arteriae thoracicae sinistrae* — *ai Arteria ischiatica* — *af Arteriae hypogastricae* — *as Arteria sacralis media* — *p* Der durchschnittene linke grosse Brustmuskel — *t* Luftröhre — *cl* Kloake.

der letzten Rippe nach unten, während die untere *(arteria ischiatica,* Sitzbeinarterie) weit umfangreicher und das Haupternährungsgefäss der hinteren Gliedmassen ist. Vor ihrem Austritt aus dem Becken giebt sie einen Zweig zur Versorgung der Niere ab.

Nach Abgabe dieser beiden Gefässe verengt sich der Aortenstamm plötzlich zu einer unpaaren mittleren Kreuzbeinarterie *(arteria sacralis media).*

Wundernetze finden sich mehrfach bei Vögeln, so neben dem Auge ein *rete mirabile ophthalmicum,* aus dem die Gefässe für das Auge und seine Umgebung: Augenlider, Thränendrüse u. s. w. ihren Ursprung nehmen. Ein weiteres liegt schläfenwärts vom Sehnerven ausserhalb des Augapfels und sendet Gefässe in den Kamm des Vogelauges.

Die Venen der Vögel erscheinen im allgemeinen dickwandiger als die der Säugetiere, entsprechend der energischeren, rascheren Bewegung des Blutes in den Arterien, und haben im Innern auch häufiger und in viel regelmässigeren Abständen Klappen.

Stets finden sich zwei obere und eine untere Hohlvene, die das Blut der rechten Vorkammer zuführen. Die rechte Drosselvene *(jugularis dextra)* ist weiter als die linke, bei manchen Vögeln sogar sehr bedeutend und gelegentlich ist die linke sogar völlig obliteriert.

Was die Lungengefässe betrifft, so teilt sich die Lungenarterie, sobald sie das Herz verlassen hat, in zwei Äste, von denen nach jeder Lunge einer geht. Aus jeder Lunge entspringt hingegen mit zwei Ästen eine Lungenvene, beide, die rechte und linke Lungenvene, vereinigen sich kurz vor ihrem Eintritt in die linke Herzvorkammer.

VIII.

Harn- und Geschlechtswerkzeuge.

Die Harn- und Geschlechtswerkzeuge der Vögel sind viel weniger entwickelt als bei den meisten Reptilien. Sie haben in der Ordnung jener, gleichfalls in ihrer Eigenschaft als Flieger, nicht unbedeutende Reduktionen erfahren: so fehlt, wie schon bei manchen Reptilien, die Harnblase, oder ist doch nur in Gestalt eines kaum nennenswerten Rudimentes vorhanden. Es erreicht ferner bei den Weibchen stets, gelegentlich auch bei den Männchen, nur eine der ursprünglich paarig angelegten Geschlechtsdrüsen die volle Entwickelung. Auch Wollust- und Begattungsorgane, die bei den Männchen der Reptilien oft nicht unansehnlich erscheinen, sind ungemein rückgebildet; nur bei einigen Vögeln und besonders bei nichtfliegenden Formen zeigen sie eine etwas stärkere Entwickelung. —

Durch die Konfiguration des Vogelbeckens wird die Gestalt und die Lage der Nieren eine eigentümliche: sie liegen seitlich von der Wirbelsäule, in den tiefen Gruben des Beckens, und sind in die Zwischenräume

zwischen den Querfortsätzen der Sacralwirbel tief hineingedrückt, sodass sich auf ihrer Hinterseite, ähnlich wie an den Lungen die Abdruckfurchen der Rippen, so die dieser Querfortsätze markieren. Sonst sind sie von vorn nach hinten abgeplattet und reichen unter Umständen vom hinteren Lungenrand bis an die Kloake. Ihre Grösse ist verhältnismässig bedeutend, bedeutender als bei gleich grossen Säugetieren und aus nahe liegenden Gründen, denn beim Vogel hat die Niere das allein zu leisten, was beim Säugetier zum Teil mit Funktion der Haut ist — die Absonderung gewisser Überschüsse und nachteiliger Stoffe aus dem Blut. In der Regel sind diese dunkelfarbigen und auffallend weichen Organe von gleicher Grösse und von spiegelbildlich gleicher Gestalt, aber gelegentlich von asymmetrischer Lage, indem bisweilen (besonders bei *Podiceps* und *Colymbus)* die eine höher als die andere liegt, mithin einen längeren Harnleiter hat. Von den drei bis vier verschieden grossen Lappen, in die jede zerfällt, ist bisweilen der vorderste, öfter indessen der hinterste der grösste, der mittelste oder die mittelsten sind fast immer die kleinsten. Bei den Singvögeln ist die Trennung, auf die wohl überhaupt nicht viel Gewicht zu legen ist, so wenig durchgeführt, dass jede Niere eine kontinuierliche Masse bildet; beim Kasuar besteht jede aus nur zwei Lappen. Die Oberfläche der Lappen ist, da jeder sich wieder aus einer Anzahl kleinerer Läppchen zusammensetzt, höckerig und durch zusammenhängende Furchen uneben. Die Nieren liegen ziemlich dicht an einander, namentlich in den Fällen, wo sie sehr lang sind, und können dann auf eine längere oder kürzere Strecke

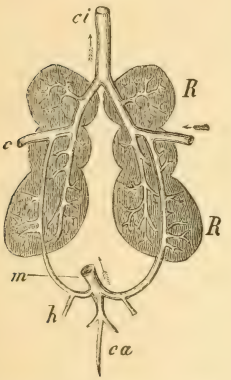
mit einander verschmelzen, eine individuelle Eigentümlichkeit, die namentlich öfters bei Steissfüssen beobachtet wird. In Fällen, wo sie, wie bei den Raubvögeln, klein sind, treten sie mehr aus einander, sodass die Wirbelsäule zwischen ihnen sichtbar wird. Jeder Harnleiter entspringt, da ja der Vogelniere ein eigentliches Nierenbecken fehlt, mit mehreren Wurzeln besonders aus dem ersten und zweiten Lappen, läuft längs der Niere und zum Teil in ihre Substanz eingebettet nach unten, wobei sein Lumen nach Zutritt jeder neuen Wurzel sich vergrössert. Beide, die normaler Weise in ihrem Verlauf keine Erweiterungen erleiden, münden dicht neben einander nach innen von den Geschlechtsöffnungen einfach in die Kloake. Nach der Beobachtung einiger Forscher besässe der Harnleiter Muskelfasern und äussere peristaltische Bewegungen.

Harnkanälchen der Taube nach Hufner-Ludwig.

I Die Kapsel und ihr Hals — *II* Das gewundene Rohr — *III*, *IV* Verengte Schleife *V* Sammelrohr.

Bei einer Verfolgung der Harnkanäle vom Harnleiter aus zeigt sich eine dichotomische Teilung der Sammelröhren in den Pyramiden, d. h. es tritt zunächst vom Harnleiter aus ein starkes Rohr in jede derselben, das sich in zwei schwächere und diese wieder in zwei auflösen u. s. w. Das Ende dieser Sammelrohre geht mit relativ weitem Lumen in das sogen. Schleifenstück über; dieses Schleifenstück verengert sich auf der Hälfte des Lumens des ersten aufsteigenden Schenkels der Schleife, erweitert sich dann ziemlich plötzlich

wieder auf deren absteigendem Teil und geht in ein dickes gewundenes Kanalstück über, das mit einer Einschnürung, einem Hals, gegen die Nierenkapsel, mit der es im Übrigen von gleicher Breite ist, sich absetzt. Bei den Vögeln zeigen die Harnkanäle gegenüber denen der Reptilien das Eigentümliche, dass sie wie bei den Säugetieren gestreckte Schleifen bilden und durch ihre Vereinigung wenigstens eine Art von Pyramide herstellen. Bei Injektionen von dem Harnleiter her erscheint derselbe wie mit Quästchen, den aufgelösten Sammelröhrchen der Harnkanäle, besetzt; eine Anzahl derartiger Pyramiden bilden nun je ein Nierenläppchen und jedes Läppchen wird von mehreren Sammelröhren, deren Zweige radiär zum Zentrum, wo eine Vene verläuft, angeordnet sind, umfasst.



Hinterer Abschnitt des Venensystems der Gans. (Nach Gegenbaur.)

RR Nieren — *c* Schenkelvene — *ca* Schwanzvene — *ci* Obere Hohlvene — *h Vena hypogastrica* — *m Vena coccygeamesenterica*. Die Pfeile bezeichnen die Richtung des Blutstroms zum Herzen hin.

Blut wird den Vogelnieren von drei Gefässen zugeführt: der oberen, mittleren und unteren Nierenschlagader, die meist in ziemlich gleich grossen Abständen in die Niere eintreten. Die obere Schlagader *(arteria renalis superior)* kommt vom absteigenden Stamm der grossen Rückenschlagader, die mittlere und untere *(a. r. media et inferior)* von der Sitzbeinarterie. Das venöse Blut sammelt sich in die Blutadern des Darmbeins und Schenkels, von denen die

letztere entlang der Vorderseite der Niere verläuft. Von hinten her wird das Parenchym durch die benachbarten Spinalnerven durchsetzt, die Fasern an den von der Niere verlaufenden Bauchabschnitt des Stranges des sympathischen Nervs abgeben.

Es wurde weiter oben schon darauf hingedeutet, dass der weisse breiige Harn mit dem Kote zusammen entleert wird: derselbe enthält bei den Vögeln im Gegensatze zu den Säugetieren sehr wenig Harnstoff, aber die Harnsäure bildet hier, wie bei den Reptilien, den Hauptbestandteil: der Harn ist im grossen ganzen ein Brei von sauren harnsauren Salzen.

Die weiblichen Genitalien der Vögel sind dadurch besonders merkwürdig, dass sie eine asymmetrische Entwickelung besitzen, indem immer nur die links gelegenen Teile eine Grösse, wie sie zur Erfüllung der betreffenden Funktion nötig ist, erlangen, während die rechtsbefindlichen einer normalen Hemmungsbildung unterliegen, d. h. auf einer embryonalen Stufe verharren, ja sich unter Umständen auch noch von dieser bis zum Verschwinden rückbilden können. Nicht bei allen Vögeln indessen ist die rechte Hälfte der Genitalien in gleichem Grade rudimentär, so bleibt der rechte Eileiter beim Haushun oft in Gestalt eines mit einer wässerigen Feuchtigkeit gefüllten Bläschens, einer Hydatide, persistieren; bei anderen Vögeln, namentlich bei entenartigen und Watvögeln, aber auch bei Tauben ist der, allerdings nie funktionierende, rechte Eileiter oft sehr deutlich, ja er zeigt unter Umständen noch einen inneren Kanal, der offen in die Kloake einmündet. Weniger häufig ist eine Persistenz des rechten Eierstockes,

doch ist auch diese gelegentlich, besonders bei Raubvögeln, beobachtet worden, wobei übrigens ein gleichzeitiges Vorhandensein eines rechten Eileiters durchaus nicht erforderlich ist, meist sogar fehlt derselbe und zwar auch in Fällen, wo der rechte Eierstock ebenso gross wie der linke ist. Dies ist merkwürdig und könnte zusammen mit Beobachtungen Emmerts, dass nämlich der linke Eierstock bei Gänsen und Hühnern sehr weit nach rechts lag und aus zwei Lappen bestand, wohl zu der Annahme führen, dass der unpaare Eierstock der Vögel unter Umständen aus der Verschmelzung der beiden Keimdrüsen hervorginge, eine Annahme, die an Berechtigung nicht verliert durch die Thatsache, dass auch der rechte Eierstock, wo er isoliert vorkommt, während der Brunstzeit an Volumen zunimmt, d. h. dass auch in ihm die Geschlechtsprodukte, die Eier, soweit reifen, dass sie befruchtet werden könnten. Da dies aber nie geschieht, so werden sie wahrscheinlich resorbiert oder unterliegen einer fettigen Degeneration.

Der Eierstock selbst liegt vor der Wirbelsäule, etwas nach links, dicht am oberen Lappen der linken Niere, hat die Gestalt einer länglich viereckigen Platte, die durch eine feste Haut, Mesovarium, an die Körperwand und an die grossen Blutgefässe des Unterleibs befestigt wird und mit dem Eileiter durch eine Falte des Bauchfelles verbunden ist. Diese Eierstockplatte, auf deren Oberfläche meist überquer seichte Falten oder Furchen verlaufen, besteht aus einer derben Haut (dem Stroma), die durch die Gegenwart von glatten, besonders an der Wurzel des Mesovariums zahlreichen Muskelfasern charakterisiert ist. Mehr nach innen und nach der Ansatzstelle des Meso-

variums zu finden sich im sogen. Hilus relativ starke Blutgefässe, die teils von der Aorta selbst, teils von der oberen Eingeweidearterie kommen und eine starke Ring- und Längsmuskulatur besitzen, während die Venen, die zur linken Lebervene gehen, nur die letztere aufweisen.

Reifer Eierstock einer Henne.

So einfach finden wir indessen den Eierstock nur bei sehr jungen Vögeln, die das Ei eben verlassen haben, und dann wieder bei ganz alten, bei denen die Geschlechtsthätigkeit erloschen ist. Bei den erwachsenen, normal

beschaffenen Weibchen hat der Eierstock das Ansehen einer Traube, an der die Eier die sehr verschiedentlich entwickelten Beeren darstellen. Anfangs sind die Eier in die häutige Platte des Eierstocks als kleine Bläschen vollkommen eingebettet und zeigen sehr ungleiche Entwickelungsstufen. Die dem Hilus zugekehrten entwickeln sich am raschesten und drängen sich in dem Masse, wie sie wachsen, über die äusseren unreifen hinweg. Diese Primordialeier vergrössern sich zur Paarungszeit, ihr gelber Inhalt wird zu einem vollständigen Dotter und liegt in einer besonderen gestielten Kapsel mit starken Nahrung zuführenden Gefässen. Wenn diese Dotterkugel ihre volle Reife erreicht hat, so besteht sie aus folgenden vier Teilen: dem weissen Dotter, dem gelben Dotter, der Dotterhaut und der Keimschicht. Zuerst entsteht in dem Primordialei der weisse Dotter und vergrössert sich durch Neubildung am Keimbläschen. In dem ursprünglichen klaren Protoplasma, das in einem besonderen Teil der Eierstockshaut in einen Follikel eingeschlossen ist, bilden sich Körnchen, die zu Bläschen auswachsen, in denen wieder Körnchen auftreten. Dieses Wachstum geht vollständig von innen heraus, vom Keimbläschen her vor sich, aber nicht von allen Teilen seiner Peripherie gleichmässig, sodass es selbst bald eine excentrische Lage gewinnt. Die äusseren Schichten des weissen Dotters verwandeln sich nun unter Vermehrung der Bläschen und unter Auftreten von Öltröpfchen in den gelben Dotter, der aus dichtkörnigen, an einander gedrückten polyedrischen Bläschen besteht. Dieser gelbe Dotter enthält, abgesehen von einer nicht unbedeutenden Anzahl verschiedener Substanzen in kleinen Prozentsätzen, circa 52 Prozent Wasser, 22 Prozent fettiger Substanzen

und 16 Prozent eines ihm eigentümlichen Körpers, des Dotterstoffs oder des Vitellins. Die Dotterhaut umschliesst den ganzen Dotter, ohne irgendwo eine Lücke zu zeigen. Sie entsteht aus der äussersten Schichte des gelben Dotters selbst. Der Dotter ist nun nicht ganz kugelförmig, an einer Stelle ist er vielmehr etwas abgeflacht und befindet sich hier ein weisser rundlicher Fleck, die Keimschicht. Diese Keimschicht, auch Kern des Hahntritts genannt, stellt einen sehr niedrigen Kegel dar, dessen scheibenförmig verbreiterte Basis nach aussen, dessen Mantel und Spitze in der Dottermasse selbst liegt. In der Mitte dieser, aus einer unregelmässigen Masse Körner gebildeten Schicht befindet sich das Keimbläschen. Während bei den Säugetieren die Alösung der reifen Eier vom Eierstock von selbst stattfindet, ist dies bei den Vögeln weniger der Fall, es scheint hier vielmehr der Hauptgrund auch nicht etwa in dem Eindringen des männlichen Samens in den weiblichen Körper, sondern meist in der grossen Erregung während des Begattungsakts und dem Druck des tretenden Männchens auf das Becken zu suchen zu sein. Denn auch Taubenweibchen z. B., die sich unter einander treten, was sie häufig thun, wenn sie ohne Männchen geblieben sind, legen fleissig Eier von ganz normaler Beschaffenheit, nur dass ihnen selbstverständlich die Entwickelungsfähigkeit fehlt. Freilich legen bekanntlich auch einsam in Gefangenschaft gehaltene weibliche Vögel nicht ganz selten unbefruchtete Eier (Windeier).

Wenn der Dotter reif ist, so platzt die ihn umschliessende Kapsel und bleibt als Kelch am Eierstock sitzen, während der Dotter durch den Trichter oder die Trompete in den Eileiter tritt. Dieser Trichter, der nicht den ganzen

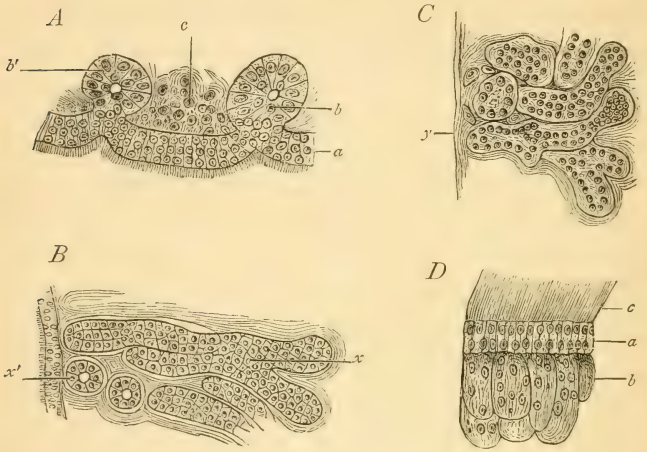
Eierstock des Vogels umfasst, sondern nur den Kelch eines jeweiligen reifen Eies, legt sich diesem so eng an, dass er gleichsam an ihm saugt und dadurch den Austritt des Eies befördert (v. Baer). Im Eileiter wird er durch peristaltische Bewegungen mit schraubenförmiger Drehung fortgeschoben.

Der Eileiter oder Legedarm, der durch eine Duplikatur der Bauchhaut an die Wirbelsäule, die Nieren und die Aorta befestigt ist, und der zahlreiche glatte Ring- und Längsmuskelfasern enthält, nimmt zur Zeit der geschlechtlichen Erregung an Länge und Weite beträchtlich zu und bildet, ehe er sich die Kloake öffnet, drei Schleifen. Der eigentliche Eileiter erweitert sich am oberen Ende unmittelbar unter dem Eierstock, mit dem er mittels eines Ligaments verbunden ist, zu einer trichterförmigen Öffnung, dem erwähnten Trichter, welcher der dünnwandigste Teil des ganzen Eileiters ist. Dieser führt zunächst in einen absteigenden Teil, der sich bald wieder nach oben schlägt und so die erste Schleife bildet; dann wendet sich der Eileiter als Isthmus nach rechts, darauf nach links, wodurch die zweite Schleife zu stande kommt; die dritte Schleife ist eine Biegung des Eileiters, die in der Kloake als sogen. Scheide oder Vagina endet und in deren Mitte als Uterus erweitert scheint. Die Wandungen des Eileiters bestehen aus vier Häuten, dem äusseren Überzug des Bauchfells, auf die eine an glatten, besonders der Länge nach verlaufenden Muskelfasern reiche Fleischschicht folgt. Unter dieser Haut liegt die Gefässhaut, deren Gefässe zur Zeit der Brunst sich ungemein vergrössern. Auch die innerste Haut ist sehr gefässreich, dick und auf

der inneren Seite mit geschlängelten Längsfalten versehen. In der eiförmigen Erweiterung oberhalb der Kloake, dem Uterus, finden sich dieselben Häute, nur sind sie hier dicker, ganz besonders die Fleischhaut, die auch an dieser Stelle eine deutliche Ringmuskulatur zeigt. Im Uterus lösen sich die Falten in Reihen von Höckerchen auf, die in der dünnwandigen kurzen Scheide wieder zu schwachen Längsfalten werden. Die Scheide mündet mit einem wulstigen Rand in die Kloake, der sich beim weiblichen Strauss und Kasuar zu einer Art von kurzem Kitzler entwickelt. Der Eileiter ist innen mit Flimmerepithel besetzt.

Es würde nun noch erübrigen, da die Darstellung der Entwickelungsgeschichte ausserhalb des Plans dieses Buches liegt, die Beschaffenheit und Entstehung des legereifen Eies, sei es nun befruchtet oder nicht, zu betrachten. Um den reifen Dotter, wie er in den Trichter des Eileiters gefallen ist, legt sich das Eiweiss in konzentrischen Schichten an und ist, wenn das Ei den mittleren Teil des Eileiters erreicht hat, schon vollständig vorhanden. Es lassen sich folgende drei wohl differenzierte Schichten unterscheiden: unmittelbar auf dem Dotter liegt die innerste Eiweissschicht als eine dünne an beiden Polen kegelförmig ausgezogene Masse, die zäher und dichter ist als das übrige Eiweiss. Das mittlere Eiweiss ist bisweilen milchweiss von Farbe und ist an dem spitzen Ende des Eies durch das sogen. Eiweissband *(ligamentum albuminis)* befestigt. Nach aussen findet sich direkt unter der Schalenhaut weiter noch eine Schicht sehr flüssigen Eiweisses, wie denn im allgemeinen das Eiweiss in den Eiern der Vögel überhaupt weit flüssiger ist, als wie etwa in dem der Reptilien. Beim

Huhn enthält es 80 Prozent Wasser. Jene kegelförmigen, an den Polen befindlichen Ausläufer des innersten Eiweisses erscheinen zu eigentümlichen Schnüren zusammengewunden, zu denen vielleicht noch Teile des dritten Eiweisses hinzu-

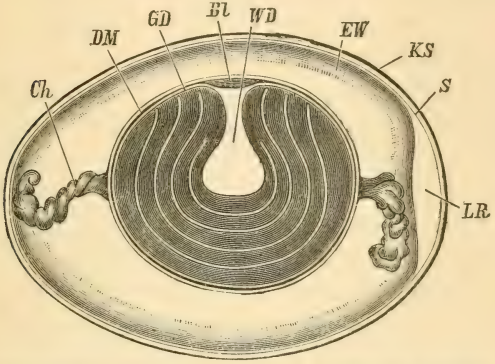


Eiweissdrüsen des Eileiters.

A Stück eines Eileiters der Rabenkrähe von Anfang März. Das Wimperepithel *a* wuchert bei *b* und *b'* eben in die bindegewebige Unterlage *c* ein. — *B* Ausgebildete Drüsen im Längs- *(x)* und Querschnitt *(x')*. Gleichfalls von der Rabenkrähe. — *C* Drüsen der Rabenkrähe kurz nach Absonderung des Eiweisses. Das Epithel des Eileiters ist bei *y* verloren gegangen. — *D* Stück des Eileiters der Haushenne während der Eiweissabsonderung. *a* Epithelzellen des Eileiters, welche das faserige Produkt *c* absondern — *b* Drüsenpolster. (Nach Loos.)

treten, — es sind dies die sogen. Hagelschnüre oder Chalazen. Dieselben, welche eine ausschliessliche Eigentümlichkeit der Vogeleier sind, verdanken ihr Entstehen, wie die Schalenhaut, der grossen Neigung des Eiweisses zum Gerinnen. Sie sind spiralig aufgerollte Röhren (wie

man etwa einen Handschuhfinger um seine Achse zusammenwinden kann!), aber die Richtung der Spiralen ist in beiden verschieden und entgegengesetzt. Die Bedeutung dieser merkwürdigen Vorrichtung ist noch nicht völlig klar gestellt. Karl Ernst von Baer bemerkt hierzu: „Die Hagelschnüre, eng umgeben vom innersten Eiweiss, ragen wie zwei Zapfen nach beiden Enden des Eies in das Eiweiss hinein und



Schematischer Längsschnitt durch ein unbebrütetes Hühnerei, nach Allen Thomson-Balfour.

Bl Keimscheibe — *GD* Gelber, *WD* weisser Dotter — *DM* Dottermembran — *EW* Eiweiss — *Ch* Chalazen — *S* Schalenhaut — *KS* Kalkschale — *LR* Luftkammer.

bewirken, dass die Achse, welche man von ihnen aus durch die Dotterkugel ziehen kann, zu der Achse des gesamten Eies dasselbe Verhältnis behalten muss. Dadurch wird es völlig unmöglich, dass der Hahnentritt nach dem spitzen oder stumpfen Pol des Eies hinrollen kann. — Die Hagelschnüre sind sehr verschieden in den Eiern derselben Vogelart und liegt hierin schon ein Beweis, dass

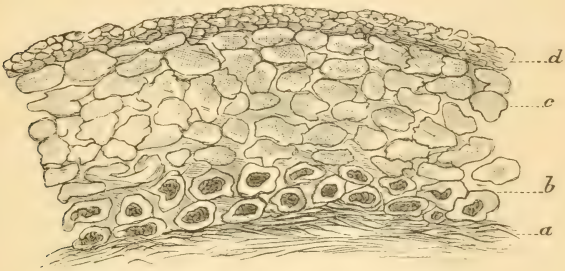
sie nicht sowohl eine wichtige und notwendige Bedeutung haben, als vielmehr die unvermeidliche Folge ihres Bildungsganges sind".

A. Meckel (Z. f. w. Z., Bd. III, pag. 430) sieht in der entgegengesetzten Aufrollungsrichtung der beiden Chalazen die einzige Möglichkeit, dass der Dotter in einer gewissen Spannung zu stehen kommt, in dem jenes festere geronnene und spiralig aufgerollte Eiweiss das Bestreben haben wird, sich rückwärts wieder zu entrollen. Bei und infolge der Bebrütung scheint ein solches Entrollen in der That teilweise stattzufinden und der Dotter dadurch in die Möglichkeit versetzt zu werden zur Schale aufzusteigen, was die Entwickelung des Keimes wesentlich erleichtert. Auch Leuckart betrachtet die Chalazen gewissermassen als Hemmschuhe für die Bewegungen des Dotters im Ei.

Die Bildung der Hagelschnüre im Eileiter geht dadurch vor sich, dass die gestreckten Polenden des innersten zähflüssigen zuerst abgeschiedenen Eiweisses bei dem in einer Schraubenlinie sich vollziehenden Durchgange des Dotters durch den Eileiter in der Rotationsgeschwindigkeit hinter diesem zurückbleiben, eben weil sie zähflüssiger sind.

Die Schalenhaut bildet sich im Isthmus und scheint das Sekret besonders differenzierter Drüsen zu sein, denn sie zeigt ein anderes chemisches Verhalten als das übrige Eiweiss und soll nach Leuckart dem Chitin sehr ähnlich sein. Sie besteht aus einem Netz dicht verwobener, verästelter Fasern, die so enge Maschen umschliessen, dass zwar kein Eiweiss durch sie austreten, aber wohl ein Gasaustausch stattfinden kann. In der Regel sind nach den Angaben von Landois die Fasern dieser Haut in ihrer

Dicke proportional zur Grösse des Eies, jedoch giebt es Ausnahmen, so ist sie in den Eiern der echten Sänger *(Sylviidae)* sehr grobfaserig. Zwei Blätter setzen sie zusammen, die sehr fest an einander haften und nur am stumpfen Pol zur Bildung eines linsenförmigen Luftraums (des *folliculus aeris)* aus einander weichen. Im Uterus lagern sich nach den Untersuchungen von Landois und Blasius von der Eileiterwand losgelöste Uterindrüsen in



Idealer Querschnitt der Schale eines Strausseneies.

a Schalenhaut — *b* Inneres Blatt — *c* Äusseres Blatt der eigentlichen Kalkschale — *d* Oberhautschicht. 70fach vergrössert. (Nach R. Blasius.)

Form einer dünnen Schicht auf und um diese ergiesst sich eine von den übrigen Uterindrüsen abgesonderte zähe Flüssigkeit, die, um diese Kerne, wie um Krystallisationscentren, erstarrend, das aus Kalkkrystallen bestehende Korn der Schale bildet.

Die Schale des Eies besteht hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk, zu dem noch etwas phosphorsaurer Kalk und Spuren von Eisen und Schwefel hinzukommen, während die organische Substanz sehr zurücktritt, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist:

Vogelart:	organische Substanz:	kohlens. Kalk:
Silbermöve	6.45	91.96
Fasan	4.64	93.33
grauer Reiher	4.30	94.60
Ente	4.24	94.42
Huhn	4.15	95.70
Gans	3.55	95.26
Strauss	3.28	96.41

Die ganze Schale ist sehr porös, das Ei kann, wie schon L. Bellinius vor zwei Jahrhunderten (1695) wusste, um es so zu nennen, atmen, d. h. es nimmt Sauerstoff auf und giebt Kohlensäure ab. Diese Respirationsfähigkeit ist für die Entwickelung absolut notwendig und ein Ei, das wir etwa mit einer für Luft nicht durchdringlichen Lackschicht überzogen und einem Vogel zum Bebrüten untergelegt hätten, müsste unbedingt zu Grunde gehen.

Aus jenen erwähnten abgestossenen Uterindrüsen, aus ihrer Anzahl, Grösse und Dicke resultiert das sog. Korn, das für die Oologie oder Eierkunde von grosser Wichtigkeit ist. Die glattesten, wie poliert glänzenden Eier legen die Steisshühner *(Crypturidae)*, die Spornhühnchen *(Parridae)* und einige indische Rohrsänger, vielleicht alle Prinien (sicher *Prinia flavirostris* und *socialis*). Die rauhesten Eier sind die vom Nimmersatt *(Tantalus ibis)*, von manchen Ibisarten (z. B. *Thresciornis)*, den Hokkos *(Crax)* und ganz

besonders einigen indisch-ozeanischen Wasserhühnern *(Porphyrio viticnsis* und *poliocephalus)*, deren Eischale nicht bloss rauh ist, sondern mit unregelmässig verteilten, hin und wieder vereinzelt stehenden perlartigen Körnern und Warzen besetzt ist, sodass sie an ganz grobes, altertümliches Büttenpapier erinnert.

Auch die Dicke der Eischale ist für die Oologie von Bedeutung, da sie immer eine sehr bestimmte zu sein pflegt, ohne aber in einem absoluten Verhältnis zur Grösse des Eies zu stehen. Im allgemeinen kann man sagen, dass diejenigen Vögel, die in Höhlen nisten, die dünnschaligsten Eier haben, weniger dünnschalig werden sie in offenen, aber weich ausgepolsterten Nestern, noch dickwandiger, wo sie auf hartem Material liegen. Die relativ dicksten Wandungen, welche ich von einem Vogelei kenne, besitzen die Eier von *Francolinus Granti* (Sammlung Rey) von Centralafrika. Ein ausgeblasenes Ei wiegt 5.2—6.3 gr, ein ebenso grosses von dem verwandten *Fr. Clappertoni* nur 1.6 gr. Vielleicht legt der erstere Vogel seine Eier in einer stürmischen Gegend unmittelbar auf steinigen Boden, wo sie, wenn der Vogel einmal das Gelege verlässt, vom Winde hin und her gerollt werden könnten. Vielleicht aber auch, dass die Eier bedeutenden Temperaturunterschieden ausgesetzt sind.

Mocquin-Tandon hat die Dicke einiger Eischalen gemessen und giebt folgende Tabelle (die Masse in Millimetern):

Aepiornis	3.00
Strauss	2.00
gem. Kasuar	1.00

Perlhuhn	0·75
Pfau	0·50
Habicht	0·35
Huhn	0·33
grauer Reiher	0·25
Ganga (Sandflughuhn)	0·25
Steissfuss *(Castagneux)*	0·25
Grünspecht	0·18
Bastardnachtigall	0·16
Baumläufer	0·14
Zaunkönig	0·12

In obiger Liste figuriert das Perlhuhn mit der relativ dicksten, der Grünspecht mit der relativ dünnsten Schale.

Die Dicke ist in der Regel nicht in der ganzen Schale gleichartig, nach den Polen zu wird sie, wie schon Albertus Magnus bekannt war, stärker und zwar mehr nach dem spitzen als nach dem stumpfen Pole. Bei stark birnförmigen Eiern kann der Unterschied ein sehr beträchtlicher sein.

Im allgemeinen sind dickschalige Eier poröser als dünnschalige und die Zahl der Poren ist in der Mitte der Eier am bedeutendsten, vermindert sich aber nach und nach nach den Polen zu. (Der Embryo liegt mit seiner Längsachse senkrecht zur Polachse des Eies!) Ihre Gestalt ist in der Regel unregelmässig eckig bis zackig, bei den Steisshühnern *(Crypturidae)* aber sind sie rund, beim Nandu *(Rhea americana)* länglich oval, und ihre längere Achse liegt in der Richtung der Polachse des Eies. Bei den Kasuaren stehen sie gruppenweise (2—5) in ge-

schwungenen Linien zusammen. Beim Emu kommen ihrer auf 3,6 qcm 65, beim neuholländischen Kasuar bloss 38 (Mocquin-Tandon).

Nicht uninteressant ist die Thatsache, dass bei wilden Straussen die Eier kleiner, dickschaliger und mit viel stärker ausgeprägten Poren versehen sind, als bei den in der Gefangenschaft gezogenen. Der Einfluss der Domestikation auf die Eier ist in jeder Hinsicht ein sehr bedeutender, und Landois hat sehr recht, wenn er meint, dass die Mehrzahl der Eier unserer Hühner betreffs ihrer Schale nicht mehr naturgemäss sei. Von Interesse dürfte es sein, die Eier einer Vogelart nach verschiedenen Lokalitäten, Klimaten u. s. w. auf die Textur ihrer Schale hin zu untersuchen.

Der sehr weit verbreiteten Ansicht, dass Vögel Kalk frässen, um die Bildung ihrer Eischalen zu befördern, ist Glöden (J. f. O. 1876, S. 283) mit guten Gründen entgegengetreten. Er ist der Ansicht, dass, wenn Hühner, Tauben u. s. w. gelegentlich den Mörtel und Bewurf von den Wänden picken, sie dieses der darin enthaltenen Quarzstückchen wegen thäten. Die männlichen Vögel verfahren genau so. Ein weiblicher Kanarienvogel, der während zwei Jahren nur Buchweizen und Grünfutter ohne Spur von Kalk erhielt, produzierte innerhalb dieser Zeit demungeachtet 28 Eier mit durchaus normaler Schale. Es ist auch durchaus nicht einzusehen, was der direkt verfütterte Kalk für einen Einfluss auf die Schalenbildung haben sollte.

Bei einer Reihe von Vögeln ist nun die Schale noch von einer eigenartigen bald dünneren, bald dickeren Schicht

überzogen, die bisweilen (bei Nachtschwalben wohl immer, bei anderen Vögeln — rauhfüssiger Bussard, Waldschnepfe, Wachtel u. s. w. — gelegentlich) nur wie eine feine Überpinselung mit Kalkmilch aussieht, in anderen Fällen aber dick, als sogenannte Schwammschicht auftritt. Diese ist besonders stark entwickelt bei den Madenhackern *(Crotophaga)*, wo sie als abreibbare Bedeckung auf den blauen Eiern liegt, und oft nach längerem Brüten von den Zehennägeln der Eltern mit wunderlichen Kritzeln durchfurcht ist, in denen die grünblaue Farbe erscheint. Auch die Pelikane und ihre Verwandten haben eine starke Schwammschicht auf den Eiern. Ähnlich verhält es sich bei den Flamingos und am merkwürdigsten bei dem roten nordamerikanischen *(Phoenicopterus ruber)*, dessen Eier abfärben, wie ein Stück weicher, weisser Kreide (Collectio Rey).

Abgesehen davon, dass eine so starke Entwickelung der Schwammschicht bei einigen der oben genannten Vögel (z. B. Pelikane) als eine Ähnlichkeit mit Reptilien aufzufassen ist, um so mehr, da, wie wir wissen, die Eier derselben unmittelbar nach der Ablage eine nachgiebige Schale besitzen, die erst ausserhalb des mütterlichen Körpers erstarrt, können wir uns keine rechte Vorstellung von der Bedeutung dieser Schwammschicht machen. Möglich, dass sie unter Umständen einen Schutz gegen den nass gewordenen Leib des brütenden Vogels gewährt, was indessen für die Madenhacker, bei deren Lebensweise auf trockenen Wiesen und Steppen, wenig wahrscheinlich ist. Kutter vermutet, dass die Schwammschicht der Eier der betr. Kuckucksvögel als schlechter Wärmeleiter fungiere und den Fötus vor den Einflüssen jähen Temperaturwechsels bewahre.

Bei den meisten Vögeln, vielleicht abgesehen von den zuletzt genannten bei allen, befindet sich auf der Aussenseite der Schale noch eine Oberhaut, die sehr dünn, strukturlos und durchlöchert ist. Sie ist nach den Arten von verschiedener Dicke und verschiedener Elastizität; die sie durchsetzenden Löcher sind scharf konturiert. Sie scheint, da sie häufig allein der gefärbte Teil am Ei ist, sich hauptsächlich erst im Endabschnitt des Eileiters zu bilden. Bei manchen Schwimmvögeln ist sie mit vielen Fetttröpfchen imprägniert, wie sie denn überhaupt bei Wasservögeln am schönsten, bei Höhlenbrütern am schwächsten ausgebildet ist. Bei Steissfüssen steht ihre Öffnung gruppenweise zu sieben vereinigt über den Schalenporen. Bei anderen (Truthahn, Alke) dringt sie in Gestalt von Kanälen in die Poren selbst ein und soll dieselben, indem sie beim Nasswerden quillt, verschliessen und so gegen den übeln Einfluss der Feuchtigkeit schützen (Nathusius, Z. f. w. Z., Bd. 18, S. 225). Vielleicht hat auch die grosse Glätte der Steisshuhn-Eier eine ähnliche Bedeutung, etwa den Tau abrinnen zu lassen. Die Vögel sollen in der Dämmerung ihrer Nahrung nachgehen und es wäre möglich, dass sie ihre Eier des Morgens eine Zeit lang sich selbst überliessen.

Ein sehr wichtiger Punkt ist die Farbe der Eier.

Die Ansichten über das Wesen, die Bedeutung und das Entstehen derselben gehen gar sehr aus einander und sind die Akten hierüber noch lange nicht geschlossen. Die Färbung vollzieht sich nicht, wie man früher meinte, in der Kloake, sondern im Eileiter und ist nach Coste das Resultat besonderer Drüsen, nach Gustav Carus und

Leuckart aber durch Pigmente hervorgerufen, die sich aus dem Blutfarbstoff bilden, der in den Windungen der Gefässe des Uterus enthalten ist. Diese Pigmente treten aus den Wandungen der feinen Adern heraus und drücken sich auf die Eischale ab. Diese Annahme hat sehr viel für sich, sie erklärt, da es bis jetzt noch nicht gelungen ist, im Eileiter besondere Farbendrüsen nachzuweisen, die oft so sonderbare geschlängelte Zeichnung auf der Eischale, die dann nur der Abdruck einer Gefässschlinge wäre, und dann die eigentümliche Thatsache, dass in den Schalen vieler Vögel die Farben über einander, gewissermassen in verschiedenen Horizonten liegen. Es würden sich die Farbstoffe demnach in den verschiedenen Unterabschnitten des Eileiters nach einander verschiedentlich absondern, es würde das Verfahren bei der Färbung der Eischalen mit Leuckart nicht unpassend mit der Chromolithographie zu vergleichen sein. Kutter hingegen sucht den Sitz der Farbe der Vogeleier in den Uterindrüsen. Er beobachtete, dass bei einem weiblichen Turmfalken mit reifen Eierstockeiern die scharf vorspringenden Längsfalten im Uterus auf ihren einander zugekehrten Seiten überall dicht mit dunkeln Punkten besäet waren. Diese Punkte zeigten sich bei näherer Untersuchung als aus ziemlich konsistenter Substanz bestehend, welche in geringen Abständen (0.5—0.1 mm) aus feinen Öffnungen der Uterusschleimhaut, offenbar den Mündungen besonderer Drüsen, hervorzuquellen schien. Im Eileiter fanden sich Teilchen derselben rotbraunen Substanz, die sich leicht abheben liessen und von denen einzelne, wohl zufolge der Wimperbewegung des auskleidenden Epithels, bis zum Uterus selbst gelangt waren. Ausserdem

beobachtete Kutter, dass auf der Oberfläche des Uterusabschnittes des Vogeleileiters, wenn er ein Ei enthielt, die grösseren Gefässe, wie übrigens auch die im obern Teile des Eileiters, immer mit Blut überfüllt waren und zwar teils vereinzelt und auf geringe Strecken, dann aber traten auch ziemlich ausgedehnte, fleckenartige Stellen blutüberfüllter Haargefässe auf, und Kutter möchte diesen Erscheinungen nicht alle und jede Bedeutung bei der Bildung der Eifarben absprechen, aber er konnte sich doch nicht von einem direkten, ursächlichen Zusammenhang der Zeichnung der Schalen mit jenen Gefässüberfüllungen überzeugen, da beide sich weder in ihrer Anordnung noch in ihrer Konfiguration entsprachen.

Taschenberg jun. lässt die Farbstoffe aus dem Blute entstehen und leugnet die Gegenwart besonderer Pigmentdrüsen im Eileiter. Die Grundfarbe des Eies ist eine Ausschwitzung aus den Blutgefässen, die den Uterus reichlich umspinnen. Die andersfarbigen Pigmentflecke auf dieser Grundfarbe entstehen aus Partikelchen, die den Eileiter herabgewandert und höchst wahrscheinlich dem Blute des beim Eiaustritte geplatzten Graafschen Follikels des Eierstocks entstammen.

Über das chemische Verhalten der Farben der Vogeleischale verdanken wir Krukenberg (Verhandl. physikal.-mediz. Gesellschaft, Würzburg, N. F. Bd. 17, pag. 10 ff., 1883) die neuesten und eingehendsten Untersuchungen. Er unterscheidet zunächst zwei Farbstoffe: das Oorhodin und das Biliverdin (oder das Oocyan Sowerbys). Das erstere ist nicht an den Kalk der Schale, sondern an den oberflächlichen Überzug derselben gebunden und wird

durch Maceration mit verdünnter Kalilauge verflüssigt und abreibbar. Das Biliverdin verhält sich hingegen umgekehrt: es ist an den Kalk der Schale gebunden und lässt sich nach Behandlung mit verdünnter Kalilauge nicht abreiben, verändert sich aber bei den blauen Eiern einiger Vögel nach längerer Einwirkung von Natronlauge in Grün. Das Oorhodin, das sich durchaus nicht, wie man früher annahm, mit einem Gallfarbstoff, dem Bilirubin, deckt, sondern ein ganz anderes Spektrum hat, ist in neutralem Alkohol sehr wenig löslich, aber wohl in sauerm Wasser: auch hierin verhält sich das Biliverdin gerade umgekehrt. Es lässt sich Oorhodin auch weder in der Galle noch im Blute der Vögel nachweisen und scheint, nach Krukenberg, ein eigenartiges, nur zeitweilig auftretendes Sekret des Eileiters zu sein.

Es ist übrigens ein Unterschied in der blauen Färbung der Vogeleier. Bei manchen (z. B. dem Star, Hausrotschwanz u. a.) ist bloss die Aussenseite blau resp. blaugrün, bei anderen aber ist es die Schale durch und durch, wie bei denen der Enten (wenn sie nicht ganz albinotisch sind), der Steissfüsse, der Fischreiher, mancher Steisshühner *(Tinamus Tao)*, des Hühnerhabichts, der Madenhacker, der Heckenbraunelle. Auch bei gefleckten Eiern kann die blaue Farbe die Schale durch und durch erfüllen, z. B. bei den Drosseln, dem gemeinen Bussard, den Weihen u. s. w.). Diese blaue resp. blaugrüne Farbe ist indessen nach den Untersuchungen von Landois an das organische Substrat der Eischale gebunden, denn nach Entfernung der Kalksalze durch Säure sah dieser Forscher, dass die organischen Überbleibsel die blaue Färbung behielten.

Krukenberg gedenkt noch einer Reihe anderer Farbstoffe, ohne indessen näher auf dieselben einzugehen. So gewann er aus den Eiern vom Helmkasuar und dem neuholländischen einen solchen grünen, der lichtempfindlicher als das Biliverdin war und unter dem Einfluss des Lichtes bald blau wurde. Einen braunroten Farbstoff lieferten die Eier eines Steisshuhns *(Crypturus perdicarius)* und andere bräunliche jene der Wachtel, des Perl- und Truthuhns, der Regenpfeifer, Schnepfen u. s. w.

Betreffs der schönen smaragdgrünen Farbe der Emueier sei auf eine Bemerkung Gundlachs (J. f. O. 1859, pag. 365) hingewiesen, nach welcher der sonst grüngraue Kot des Vogels während der Legezeit sehr dünnflüssig war und das leuchtende Grün der Eier zeigte.

Gelegentlich hat man bei Enten und einigen anderen Vögeln mehr oder weniger schwarze Eier beobachtet und Sowerby in diesem Falle (P. Z. S. L. 1875, pag. 351) ein schwarzes, nicht lösliches Pigment nachgewiesen. Diese abnorme Färbung ist ihrer Ursache nach noch nicht genügend erklärt, denn sie findet sich nicht etwa ausschliesslich an den Eiern einer schwarzen Varietät der Hausente (sog. Melanos), sondern auch an denen von rein weissen. Wenn Gloger (J. f. O. 1856, pag. 312) meint, die weissen, schwarze Eier legenden Enten seien von schwarzen Erpeln getreten worden, oder hätten, wenn auch keinen geschlechtlichen, so doch sonst intimen Umgang mit ihnen gehabt und sich an ihnen versehen, so ist das natürlich Unsinn. An das „Versehen" glaubt gegenwärtig so niemand mehr, und was die erste Hypothese betrifft, so fällt sie mit einer von Nathusius, der über das Wesen der Eier überhaupt

sehr wunderliche Begriffe hat, zusammen. Er will nämlich beobachtet haben, dass, wenn eine Henne einer weisseierigen Rasse von einem Hahn einer gelbeierigen getreten worden sei, sie gelbliche Eier lege. Kutter hat aber durch das Experiment nachgewiesen, dass dem nicht so ist. Brahmahähne (gelbeierige Rasse) wurden mit holländischen Hennen (weisseierige Rasse) gekreuzt. Diese Hennen legten ausnahmslos rein weisse Eier, aber die aus solchen Eiern sich entwickelnden Hennen, die Väter gelbschaliger Rasse hatten, legten dann Eier mit gelblicher Rückschlagsfärbung. Das war nicht anders zu erwarten, — denn die Eischale ist ein Teil des mütterlichen Organismus und hat (man denke an die Windeier!) mit der Befruchtung nicht das mindeste zu thun.

Mein Freund, Herr Dr. Rey, hat dasselbe Kanarienvogelweibchen das eine Mal mit einem Hähnchen der eigenen Art, dann mit einem vom Stieglitz gepaart, und die Eier waren jedesmal durchaus von demselben Typus.

Es giebt, wenn wir von dem zufälligen Melanismus und dem zufälligen oder habituellen Albinismus absehen, also nur zwei Färbungen bei Vogeleiern: blau resp. blaugrün und rotbraun in verschiedener Intensität: aus diesen beiden Farben gehen durch verschiedenartige Verbindungen derselben alle die zahlreichen Modifikationen in der Eierfarbe hervor. Die meisten Eier, die rein bräunlich rot oder gelblich erscheinen, enthalten doch auch den blauen Farbstoff, doch ist derselbe dann vom roten verdrängt oder überwuchert. Es ist interessant, dass diese Farbennuancen komplementär auftreten, ja bei den Eiern einer Art sich so zeigen können. Rotsucht findet sich und oft

häufig bei Eiern, die normal zur grünen Kategorie gehören, jedoch ist es mir nicht bekannt, dass je bei normal roten Eiern Grünsucht beobachtet worden sei.

Was ich über das Verhältnis der Rotsucht (des Erythrismus) beobachtet habe, sei hier mitgeteilt. Am häufigsten ist sie in hiesiger Gegend bei *Lanius collurio*, dem Neuntöter, etwa 20 Proz. der Gelege, weniger häufig beim Baumpieper, etwa 6—8 Proz. Bei *Sylvia atricapilla*, dem Plattmönch, findet sich die rote Abänderung bei etwa einem von hundert Gelegen und ausserordentlich selten tritt sie bei der gelben Bachstelze auf (ein Gelege in der Sammlung Rey).

Gelegentlich tritt Erythrismus, wenn auch meist wenig ausgebildet, bei Seeschwalben auf, z. B. bei *acuflavida*, seltener bei *minuta* und *magnirostris*.

Häufig bildet die Eifarbe einen der Artunterschiede; so hat z. B. unsere Bastardnachtigall Eier mit hellviolettrotem Grunde, also erythristische, die nahe verwandte *Hypolais elaïca* von Griechenland aber grüne.

Von den Eiern der Falken, von denen ich die von 21 Arten in zahlreichen Exemplaren durchmustern konnte, waren die von 20 Arten erythristisch und war kein einziges grünliches darunter, wogegen die des Lerchenfalks *(Falco subbuteo)* wie die der Meisen und Habichte nicht als erythristische Varietät beobachtet wurden. Die Eier der Seeschwalben-Untergattung *Anous* und die der Scherenschnäbler *(Rhynchops)* zeigen denen der echten Seeschwalben und Möven gegenüber eine entschieden erythristische Tendenz.

Sehr merkwürdig verhalten sich die echten Raben. Alle unsere Arten, sowie die amerikanischen und (so viel mir bekannt) die asiatischen legen grüne, grau bis graubraun gefleckte Eier und ist, meines Wissens, niemals Erythrismus bei einem solchen beobachtet worden. Der Kapsche Rabe *(Corvus capensis)* indessen legt stets erythristische Eier, die, abgesehen von der Farbe, denen unserer Saatkrähe durchaus gleichen.

Aus allen diesen Thatsachen scheint mir hervorzugehen, dass der Erythrismus eine modernere Erscheinung ist als die grüne Tendenz in der Färbung bunter Vogeleier. Erythristische Eier sind immer in der Minorität: finden sie sich neben grünen Eiern bei derselben Vogelart, so sind sie seltener, finden sie sich bei Arten fixiert, so sind diese Arten weniger zahlreich als diejenigen, die grüne Eier legen; finden sie sich bei verschiedenen Gattungen derselben Familie, so sind diese Gattungen in höherem oder geringerem Grade abweichend vom normalen Typus. Genaue Nachrichten über die geographische Verbreitung erythristischer Eiervarietäten (z. B. vom Neuntöter und vom Baumpieper) wären sehr wünschenswert, ebenso wäre es von hohem Interesse zu erfahren, ob sie, was ich von vorn herein entschieden glaube, seit früheren Zeiten häufiger geworden sind. Nur durch genaue Kenntnis dieser und ähnlicher Verhältnisse dürfen wir hoffen, Licht über Wesen und Bedeutung dieses seltsamen Erythrismus selbst zu erhalten.

Dass derselbe ein Beweis höherer Kraftfülle der Mutter sei (Wiese, J. f. O. XV, S. 80), ist durch nichts bewiesen und hat auch nicht die geringste innere Wahrscheinlichkeit.

Es ist wohl behauptet worden, dass ein und dasselbe Weibchen (z. B. vom Neuntöter) rote und grüne Eier lege, entweder nach den Jahrgängen verschieden oder sogar in dem nämlichen Gelege zusammen. Diese Angaben beruhen sicher auf falschen Beobachtungen. Jedes Vogelweibchen hat seinen eigenen Eiertypus, und es spricht sich in diesem seine Individualität sozusagen weit mehr aus als in der äusseren Erscheinung des Vogels selbst. Im allgemeinen sind nicht bloss die Eier eines Geleges, sondern aller auf einander folgenden des nämlichen Weibchens von charakteristischer Ähnlichkeit (von Gleichheit kann selbstverständlich hier so wenig die Rede sein, wie sonst in der organischen Welt). Jüngere und ältere Vogelweibchen mögen blasser gefärbte Eier legen, als in der vollsten Kraft des Lebens stehende, Kiebitze mögen in Gegenden, wo ihre Eier regelmässig gesammelt werden, zuletzt, zu Folge einer gewissen Legeerschöpfung, blassblaugrüne Eier legen, das will ich gern zugeben. Es lassen sich sogar noch interessantere, wie es scheint zur Regel gewordene Ausnahmen nachweisen. Wenn der Feldspatz *(Passer montanus)* ein volles Gelege erzielt*), so ist immer das letzte Ei wesentlich heller als die übrigen; beim Hausspatz kommt die Erscheinung auch vor, aber weniger regelmässig, und sind es bei ihm oft die beiden letzten, die ein abweichendes Kolorit zeigen.

Ob das Futter von wesentlichem Einfluss ist, wie vielfach behauptet wird, erscheint mir doch noch zweifelhaft. Dass die Schale der Eier von Hühnern, denen Krapp

*) Mitteilung von Herrn Dr. Rey, der über hundert Gelege des Feldsperlings darauf hin untersuchte.

gereicht worden war, rötlich waren, beweist nichts. In diesem Fall tingiert der Krapp alle Gewebe des Tieres, wahrscheinlich ohne vorher im Stoffwechsel eine Veränderung erlitten zu haben. Ich glaube, man müsste in anderer Richtung experimentieren, auch nicht mit Hühnern, sondern mit Vögeln, welche bunte Eier legen, und ihnen z. B. etwa stark eisenhaltiges Futter vorsetzen. Möglich, dass man dann zu interessanten Resultaten kommen würde.

Den Eitypus, den ein Vogelweibchen hat, vererbt es übrigens auch auf seine Nachkommen, wie Suiten von Kanarienvogeleiern in Herrn Dr. Reys Sammlung beweisen, und wie es eigentlich auch nicht anders zu erwarten ist.

Die Vogeleier können der Färbung nach sein: einfarbig, überstäubt, punktiert, gefleckt, geflatscht, beschnörkelt, übersponnen. Verschiedene Arten der Zeichnung kommen meist kombiniert auf einem Ei vor und sind auch durch Übergänge mit einander verbunden.

Einfarbige (meist weiss, dann grünlich, bläulich, selten rötlich oder grau) legen: alle Spechte, alle Kolibris und Segler, alle Papageien, alle Tauben, alle Entvögel *(Lamellirostres)*, alle Ruderfüsser *(Steganopodes)*, alle Pinguine, alle Steissfüsse, alle Eulen, fast alle Kuckucksvögel und storch- und reiherartigen Sumpfvögel, viele Hühner, Tagraubvögel und Singvögel (darunter fast alle Höhlenbrüter). Wenn wir annehmen, dass 33 Prozent der Vogelarten (rund 10000) einfarbige Eier legen, greifen wir kaum zu hoch.

Birnförmige Eier (Strandläufertypus) kommen normaler Weise einfarbig überaus selten vor, und in weiss oder hellblaugrün, wie es scheint, überhaupt nicht. Mir ist nur

ein einziges einfarbiges Ei von dieser Gestalt bekannt, es ist das eines südasiatischen aberranten Spornhühnchens *(Hydrophasianus chirurgus)*, an dem der Gegensatz zwischen spitzem und stumpfem Pole bedeutender ist als bei irgend einem anderen Vogelei und das eine merkwürdige olivenbraune Farbe hat. Das Ei indischer Cystensänger *(Prinia socialis* und *flavirostris)* ist sehr auffallend, glänzend, wie lackiert und einfarbig, lebhaft braunrot. Das des südeuropäischen Seidenrohrsängers *(Cettia sericea)* ist eintönig schokoladenrot.

Bloss bestäubte Eier sind sehr selten. Am schönsten ist das eines südamerikanischen Zuckervogels (wahrscheinlich *Caereba coerulea)*, das auf dunkelbraunem Grund äusserst fein und dicht bestäubt ist, sodass es wie überrusst aussieht. Dieses Ei ist das dunkelste Vogelei, das ich überhaupt kenne (Collectio Rey). Ähnlich ist das Ei eines nordamerikanischen Baumläufers *(Thryothorus palustris)*. Die Eier der Tropikvögel sind gleichfalls öfters auf rötlichviolettem Grunde rotbraun überstäubt, ebenso oft freilich auch punktiert und gefleckt.

Punktierte Eier sind ausserordentlich häufig und ihre Punkte können so vereinzelt stehen, dass man bisweilen nach ihnen suchen muss, dann aber wieder so dicht und in verschiedenen Lagen über einander, dass die eigentliche Grundfarbe nicht mehr wahrnehmbar ist. In letzterem Falle schliessen sie sich an die überstäubten Eier unmittelbar an, ebenso wie sie unmittelbar in die gefleckten Eier übergehen, die sich ihrerseits wieder von den geflatschten kaum trennen lassen. Flecke sind kleiner, mehr regelmässig, Flatschen grösser und unregelmässig, — zwischen

beiden Arten der Zeichnung eine Grenze zu ziehen muss dem Geschmack eines jeden überlassen bleiben. Die Flecke gehen aber nicht bloss in die Flatschen, sondern auch in die Schnörkel und weiter in die Haarzeichnung über. Flatschen sowohl wie Schnörkel lösen sich oft zu Flecken auf.

Flecke und Flatschen stehen seltener über das ganze Ei gleichmässig verteilt, in der Regel sind sie an einem Pole, normaler Weise dem stumpfen, gehäuft und bilden über ihn, was seltener ist, eine gleichmässige Kalotte oder — was überaus viel häufiger ist — sie bilden um ihn einen Kranz, sodass das eigentliche Polfeld aus den Flecken wie eine Glatze aus einem Haarring hervorragt. Der Eileiter wird beim Passieren des Eies durch dessen dicksten Meridian am stärksten gepresst und seine Färbsubstanz unmittelbar nach dieser stärksten Pressung, wenn er sozusagen wieder Luft bekommen hat, sofort auf das Ei ergiessen, daher die meisten Eier unmittelbar hinter der dicksten Stelle am stärksten gefleckt zu sein pflegen. Freilich giebt es Ausnahmen genug. Eier, die normaler Weise am stumpfen Pole den Kranz zeigen, besitzen ihn gelegentlich am spitzen. Wahrscheinlich beruht diese Erscheinung auf zufälliger Umdrehung des Eies im oberen Abschnitte des Eileiters.

Ein sehr interessantes Gelege des Neuntöters befindet sich in der Sammlung des Herrn Dr. Rey: Dasselbe besteht aus sechs Eiern (der grünen Sorte) und alle haben anstatt eines normalen Kranzes am stumpfen Polende einen entsprechenden Gürtel unterhalb der dicksten Stelle nach dem spitzen Pole zu.

Flecke sowohl wie Flatschen können sich in der Richtung vom stumpfen zum spitzen Pol strecken und dann streifenartig erscheinen, so beim Kolkraben und besonders bei südamerikanischen Tyrannen (z. B. bei *Myiarchus antillarum, Myionax crinitus, Machetornis rixosa*). Bei diesen Vögeln verläuft die Längsachse der Flecke parallel zur Längsachse des Eies, was sonst in der Regel nicht der Fall ist. Denn im allgemeinen haben lange Flecke, Striche, Schnörkel, auch Fleckereihen die Tendenz auf den Eiern von der rechten Seite oben (vom Beschauer) nach links unten zu verlaufen, was man längst schon auf die drehende Bewegung, mit der das Ei auch den Endabschnitt des Eileiters passiert, zurückgeführt hat.

So sind bei den Eiern der Strandläuferarten die Eier oft mit Längsflecken versehen, die (immer vom Beschauer aus gerechnet) von rechts oben nach links unten verlaufen und aussehen wie Regentropfen, die an eine Fensterscheibe angeschlagen sind und zwar in einem Einfallswinkel zum Basalrand der Scheibe von 45 Grad.

Die Schnörkel sind oft sehr phantastisch, häufig auch in der nämlichen bestimmten Richtung angeordnet, aber ebenso häufig nicht; bisweilen bilden sie Sförmige Zeichnungen, ja sie können auf das sonderbarste in sich selbst zurücklaufen. Selten sind sie allenthalben gleich stark, meist ist das eine, und zwar in der Regel das obere, dem stumpfen Pole zugekehrte Ende, das stärkere, das sich zu einem immer feiner werdenden Strich auszieht.

Mit einigen Worten sei noch der Haarzeichnungen gedacht, die besonders auf den Eiern süd- und mittelamerikanischer Vögel sehr verschiedener Familien beobachtet

werden. Sehr allgemein sind sie bei Beutelstaren: auf einem Ei von *Quiscalus macrurus* fängt ein langer haarfeiner Schnörkel dicht oben unter dem stumpfen Pole an und zieht sich viermal in flachen Spiralen (von rechts oben nach links unten) um das Ei herum, um sich am spitzen Pole zu verlieren. Bei den Trupialen *(Icterus)* und bei gar nicht mit ihnen verwandten, aber dieselben Länder bewohnenden Finken *(Saltator)* ist eine ununterbrochene Haarzeichnung als schmaler, durch dunkele Farbe sich sehr abhebender Kranz um den stumpfen Pol gelegt, wohl in zwanzig und mehr mannigfach sich durchschneidenden und verflechtenden Umgängen; wenn man sich dieses Haar abgerollt denkt, könnte es wohl eine Länge von 2 bis 3 Fuss erreichen. Bisweilen steht hier unter dem oberen Kranz und vollständig und ohne Verbindung von ihm entfernt ein zweiter.

Äusserst merkwürdig ist auch das Ei einer ostindischen Würgerform *(Pomatostomus temporalis)*, das bei mattgrauer Grundfarbe, wie von einem äusserst feinen Wurzelwerk, wie man es wohl hin und wieder zwischen Spalten schieferigen Gesteins eingedrungen findet, übersponnen erscheint, dessen bisweilen kaum noch sichtbaren Fäserchen nach allen Richtungen verlaufen.

Der Variationskreis der farbigen Eier der einzelnen Vogelarten ist ein sehr grosser (vielleicht am allermeisten bei der Wachtel) und häufig kommen gefleckte Eier auch einfarbig, seltener typisch einfarbige auch gefleckt, vor.

Vom schwarzen Milan giebt es Gelege mit rein weissen, braunrot punktierten, gefleckten und grossflatschigen Eiern, beim Kaiseradler sind sie ebenso oft einfarbig weiss, wie

rot gefleckt. Von einer Suite von 18 Gelegen eines ostafrikanischen Webervogels *(Hyphantornis Boyeri)* in der Reyschen Sammlung sind alle Übergänge von einfarbig blau bis zu einem solchen Grade der Punktierung vertreten, dass die Grundfarbe verschwunden ist und das Ei rotbraun erscheint; auch beim südeuropäischen Cystensänger *(Schoenicola cysticola)* giebt es weisse, einfarbig blaue und rotgefleckte Gelege, die letzteren sind die häufigsten. Ganz weisse Zaunköniggelege sind nicht selten, viel seltener einfarbig blaue der Singdrossel: ein solches von 5 ganz gleichen Eiern befindet sich in der Reyschen Sammlung. Sehr merkwürdig ist in dieser Beziehung das Steinhuhn. Man hatte bekanntlich von demselben zwei Arten angenommen: das westliche der Alpen und Italiens *(Caccabis saxatilis)* und das östliche der Balkanhalbinsel, Kleinasiens, Syriens, Palästinas und Arabiens. Da aber durchaus kein durchgehender Unterschied zwischen den Individuen dieser beiden Kolonien existiert, ja, sie nicht einmal den Wert von geographischen Rassen haben, so hat man mit Recht einen der beiden Namen (ob mit ebenso vielem Rechte gerade den *graeca*, steht dahin) kassiert und betrachtet die Vögel als zu einer Art gehörig. Und doch existiert ein Unterschied, — bei *saxatilis* sind die hellen gelblichen Eier fein rot gestrichelt und punktiert, bei *graeca* sind sie durchaus einfarbig.

Seltener sind Fälle, dass typisch einfarbige Eier gefleckt auftreten: bei Löffelreihern, Hühnerhabichten, Weihen, Steinschmätzern, Haus- und Gartenrotschwänzchen*). In

*) Ob auch bei Spechten, wie Pässler (J. f. O. III, 210) angiebt, ist mir sehr zweifelhaft.

der Reyschen Sammlung sind Eier vom weissrückigen Steinschmätzer *(Saxicola oenanthe)* mit grossen roten Punkten, die am stumpfen Pol zahlreicher sind, und solche vom Gartenrotschwanz, wo die roten Punkte am stumpfen Ende sogar einen Kranz bilden.

Pässler sucht diese Erscheinung damit zu erklären, dass zwischen der Grösse der Eier und der Weite des Eileiters ein Missverhältnis in solchen Fällen stattfinde, dass die Geburtswege zu eng seien und durch die Pressung beim Legen Blutergüsse auf die Schale stattfänden. Ich will nicht bestreiten, dass dies unter Umständen vielleicht wohl einmal vorkommen kann, obwohl mir kein Fall bekannt ist, dass diese Erscheinung jemals bei den allerhäufigsten weissen Eiern, denen der Hühner, beobachtet worden wäre. Ich habe für diese abnorme Färbung, die gleich ganze Gelege betrifft und vielleicht auf einer bleibenden individuellen Eigentümlichkeit gewisser Weibchen beruht, eine andere, weiter unten aufzuführende Erklärung zu geben versucht. Vom Gartenrotschwanz, der, wie bekannt, für gewöhnlich rein weisse Eier legt, werden, aber in ausserordentlich seltenen Fällen, hellblaugrüne Gelege (heller als beim Hausrotschwanz) gefunden, deren Farbe aber sehr vergänglich ist und die bald ausbleichen. —

Wir wollen jetzt zur Betrachtung der Bedeutung und des Wertes der Farben der Vogeleier übergehen, die sie ausschliesslich für diese Eier selbst haben müssen, denn für die Mutter sind sie vollständig belanglos, zufällig aber können sie auch nicht sein.

Dass schon früher, bevor man angefangen hatte, die mannigfachen Gesetze, nach denen die natürliche Zucht-

wahl wirkt, kennen zu lernen, Naturforscher über die Ursache der Farben der Vogeleier nachgedacht und Theorien aufgestellt haben, ist erklärlich.

Schon der alte Fabricius ab Aquapendente (1537—1619) hat seine Gedanken über dieses Problem und ist der Meinung, die Eifarbe hange vom Temperament des Vogels ab: je bunter das Ei, um so lustiger die Mutter. Buffon (in 1772), Daudin u. a. m. glaubten Wechselwirkungen in der Farbe der Eier und der Farbe des Gefieders der Eltern nachweisen zu können, eine Idee, die nicht wenig Anhänger gehabt hat und hin und wieder wohl noch haben mag. Sehr weit verbreitet war namentlich die Ansicht, dass Vögel mit dem buntesten Gefieder einfarbige Eier legen. Etwas wahres ist hierin, aber das darf uns nicht zu Trugschlüssen verleiten, zu denen sogar der vorsichtige Thienemann neigt, wenn er bemerkt, dass man nach dem bunten Gefieder des Seidenschwanzes von vorn herein vermutet haben sollte, dass dieser Vogel weisse oder doch einfarbig helle Eier legen würde, während sie in Wahrheit doch gefleckt seien.

In seiner bekannten „Zoonomia“ (1794) stellt Erasmus Darwin den Satz auf, dass die Farbe der Vogeleier eine Schutzfarbe sei, sie würden mit ihren meist matten Farben, ihren Flecken, Schnörkeln und Strichen, überschattet von Halmen, Zweigen und Blättern, weniger auffallend, als wenn sie hell und einfarbig wären.

Im Jahre 1800 hat dann Lapierre in einer, in der Sonninischen Ausgabe der histoire naturelle de Buffon im Auszug mitgeteilten Schrift vom teleologischen Standpunkte aus über die Farben der Vogeleier gehandelt, wobei

er unter anderem bemerkt, die Eier der Höhlenbrüter seien deshalb weiss, damit sie von den Eltern besser gesehen werden könnten u. dergl. mehr! Fünfundzwanzig Jahre später veröffentlichte Gloger einen mit ähnlicher Tendenz geschriebenen Aufsatz, der, wie alles aus der Feder dieses geistreichen Ornithologen, von hohem Interesse und voll feiner Beobachtungen ist. Berge sowie Gerbe, ein französischer Forscher, sahen, indem sie die weissen Eier mit etiolierten Pflanzen (sie hätten auch Eingeweidewürmer oder Höhlentiere sagen können) verglichen, in dem Lichte die färbende Ursache der Eier, eine Ansicht, welche ein anderer Franzose, Cornay, teilt. Des Murs in seinem umfassenden Traité d'oologie entwickelt keine eingehende Theorie über diesen Gegenstand. Mocquin-Tandon ist der erste, der auf die Möglichkeit, dass dunkle Farben bei Eiern im Interesse des Wärmeschutzes vorhanden sein könnten, aufmerksam macht.

Kunz, ein Eier sammelnder Dilettant, ist (in der „Naumannia" 1854, S. 194) davon überzeugt, dass die Phantasie der Mutter den wesentlichsten Einfluss auf die Farbe der zu legenden Eier ausübe, indem sie durch die Färbung der umgebenden Natur, durch das Blau des Himmels, das Grün der Wiese, die Pracht der Blumen u. s. w. angeregt würde. Eine der drolligsten Konsequenzen der oft widerlegten, aber bei Laien nun einmal unausrottbaren Hypothese vom „Versehen"! Danach sollte man erwarten, dass die Feldlerche himmelblaue, der Wiesenpieper grasgrüne, die Kolibris knallbunte Eier legten!

Seidlitz und fast gleichzeitig mit, jedenfalls unabhängig von ihm der geistreiche, leider so früh verstorbene Kutter,

haben zuerst vom Standpunkte der Selektionstheorie aus die Bildungsgesetze der Vogeleier und damit auch die ihrer Färbung betrachtet und erläutert. —

Ursprünglich war die Farbe aller Vogeleier indifferent, d. h. sie entsprach der Naturfarbe des Stoffes, aus dem ihre Schale hauptsächlich besteht, also der des kohlensauren Kalkes, war mithin weiss oder infolge der Beimischung organischer Substanzen gelblich, wie sie es, wie wir sahen, bei den Eiern des dritten Teiles der bekannten Vögel noch ist und wie sie sich auch bei denen aller Reptilien mit ganz wenig Ausnahmen *(Tejus)* verhält. Wenn die Eier der Pinguine und scharbenartigen Vögel einfarbig weiss sind, so sehe ich dieses für eine direkte Vererbung von den Reptilien her an, und besonders haben die Eier der Pelikane viel reptilienartiges an sich, — ich erinnere an die so ausgeprägte Schwammschicht, dann an die Thatsache, dass die Schale unmittelbar nach dem Legen pergamentartig weich und nachgiebig ist, und erst ausserhalb des mütterlichen Leibes erhärtet. Vielleicht, dass auch die hellen ungefleckten Eier der entenartigen Vögel noch unmittelbar an die der Reptilien anknüpfen, doch scheint mir das weniger sicher als bei den Pinguinen und Steganopoden.

Andere Vögel legen helle, einfarbige Eier, weil für ihre Gelege die zwingende Notwendigkeit einer Farbenanpassung wegfiel, sei es, dass sie als starke und mutige Tiere, wie Geier, grosse Watvögel und wie übrigens auch Pinguine und Scharben, teilweise auch Entvögel, ihre Nachkommenschaft gegen räuberische Angriffe erfolgreich zu verteidigen wussten, — oder dass sie dadurch, dass sie ihre Nester

in Höhlungen von Bäumen, Felsen, Erdabhängen anbrachten, dieselben nachstellenden Blicken entzogen. Unter dieser zweiten Gruppe finden sich die verschiedensten Vögel, wie wir sahen. Ausser der grossen Mehrzahl der Kuckucksartigen, aller Spechte, Papageien und Eulen besonders viele Singvögel. Im ersteren Falle werden wir die helle Färbung wohl meist, im letzteren wahrscheinlich immer als einen Rückschlag aufzufassen haben, das heisst also: die Vorfahren der betreffenden Vögel legten, im Fall sie offen brüteten, ebensolche farbige, gezeichnete Eier, wie die meisten der in der Gegenwart frei nistenden, aber mit der Gewohnheit, verborgene Schlupflöcher zu Niststätten zu wählen, kehrten dieselben zur früheren, einfachen Färbung zurück. Belege für diese Hypothese sind nicht selten. So haben Vögel, die in zwar freigelegenen, aber versteckten oder schwer erreichbaren Nestern oder nur gelegentlich und vielleicht seit noch nicht viel Generationen in Höhlungen brüten, helle Eier mit sehr wenigen, unwesentlichen Punkten, wie Meisen, Schwalben, Pirole u. s. w., ja zwei europäische Schwalbenarten, die Höhlen- und die Uferschwalbe *(Hirundo rufula* und *riparia),* die sich gewöhnt haben, in Erd- und Felshöhlungen zu nisten, legen schon ganz weisse Eier. Interessant wäre es zu wissen, ob nicht unsere gewöhnlichen Schwalben *(Hirundo urbica* und *rustica),* die nach Pallas, — der aber vielleicht *rustica* und *rufula* verwechselt, — in manchen Gegenden Sibiriens, weit von allen menschlichen Wohnungen entfernt, in selbstgegrabenen Erdlöchern brüten, unter diesen Umständen auch schon alle, oder doch ein bedeutender Prozentsatz von ihnen, weisse Eier legen.

Unter den echten Singvögeln auch unserer europäischen Fauna finden wir, je nach dem Brutorte, grosse Verschiedenheiten in der Farbe der Eier. So sind sie bei den freinistenden Drosselarten gefleckt, bei denen des Untergeschlechts *Petrocossyphus*, die in Felsenlöchern nisten, einfarbig blaugrün. Von unseren einheimischen Sylvien bewohnen die beiden Rotschwänzchen *(Sylvia Tithys* und *phoenicurus)* zur Brütezeit Höhlungen der Bäume, Felsen oder Mauern, und gerade sie haben einfarbige helle, blaugrüne oder weisse Eier. Der graurückige und der gefleckte Fliegenschnepper legen in offenstehende Nester bunte, der schwarzrückige und der Halsbandfliegenschnepper in Baumlöcher ungefleckte Eier. Auch die Eier des in Höhlungen brütenden Stars sind hellblau einfarbig, während die der verwandten Trupiale, wie wir sahen, gezeichnet sind. Diese wenigen Beispiele, die ich verzehnfachen könnte, mögen genügen.

Man könnte nun einwerfen, dass es eine nicht unbedeutende Anzahl Vögel giebt, die weisse oder überhaupt helle, einfarbige Eier legen und die weder hierzu Höhlungen aufsuchen, noch auch starke oder mutige Tiere sind. Manche von ihnen aber verlassen ihr Gelege nur in der höchsten Not und brüten, indem beide Eltern einander sofort ablösen, durch, wie die Tauben. Diese Vögel, wie es scheint eine verhältnismässig moderne, wenigstens an, abgesehen von der Färbung, nur gering spezifizierten Arten (etwa 360!) reiche Familie bildend, haben sich vielleicht vor noch gar nicht so lang entlegener Zeit, etwa von dem Papageienstamm sich abzweigend, zum Baue offener Nester in der Mehrzahl entschieden. Dafür scheint wohl auch die

Thatsache zu sprechen, dass es nicht bloss echte Höhlenbrüter unter den Tauben giebt, sondern dass auch die freibrütenden sehr dürftige und kunstlose Nester verfertigen. Andere Vögel haben die Gewohnheit, wenn sie ihre Eier verlassen, diese zuzudecken, sodass sie unbeschadet hell und einfarbig sein können.

Wir dürfen auch nicht übersehen, dass Anpassungen noch tagtäglich vor sich gehen, und dass wir durch nichts zu der Annahme berechtigt sind, dass die organische Welt, wie sie uns jetzt umgiebt, ihre endliche, abschliessende Entwickelungsstufe erreicht habe, — die erreicht sie erst mit dem Tode alles Lebenden!

Von hohem Interesse sind die Farbenerscheinungen an den Eiern der Hühnervögel. Alle Arten der Gattung *Gallus* legen heller oder dunkler gelbliche Eier, und wenn sie beim Haushuhn weiss sind, so ist das nur eine Folge der Domestikation und auch ein Rückschlag. Beim Pfau, Truthuhn und häufig auch beim Perlhuhn haben die Eier rotbraune Punkte und Flecke, und die der Wald-, Stein- und Schneehühner sind nicht leicht zu finden, so sehr haben sie sich durch Entwickelung von Zeichnung an die Farbe ihrer Unterlage, dürren Laubes, verwelkten und vergilbten Grases u. s. w., angepasst. Die auf sandigen Feldern und Steppen brütenden Hühnervögel haben, wie das Rebhuhn und der Edelfasan, — der in seiner ursprünglichen, waldarmen Heimat nichts weniger als ein Waldvogel ist, — sand- oder olivenfarbene Eier, und die der nahe verwandten Wachtel sind, übrigens in einem sehr grossen Variationskreis, durch die Entwickelung grösserer und kleinerer grünbrauner Flecke und Flatschen dem Boden,

auf dem sie sich finden, geradezu überraschend angepasst. Die Eier der Kiebitze, Schnepfen und Brachvögel gleichen in ihrer Färbung dem moosigen Untergrund einer Wiese, durch den das schwarze Erdreich durchschimmert, die der Strandläufer, Austernfischer, Seeschwalben u. s. w., Vögel, die meist keine Nester bauen, sondern einfach in einer in den Sand gescharrten Vertiefung brüten, gleichen dem mit kleinen und grösseren, helleren und dunkleren Gesteinstückchen vermischten Sand. In das Nest der Feldlerche tritt man fast, bevor man es entdeckt, so sehr entsprechen die Eier in ihrer Färbung dem Material, aus dem jenes gemacht ist.

Ein wunderhübsches Beispiel der Schutzfärbung zeigen uns die Eier des Blesshuhns *(Fulica atra)*. Sie sind bekanntlich äusserst charakteristisch gefärbt, schmutzig lehmgrau mit zahlreichen schwarzen Punkten und kleinen Fleckchen, und werden, meines Wissens ausnahmslos, auf die im Wasser stehenden Wurzelstöcke oder Patzen (wie man sie wenigstens in Thüringen nennt) vorjähriger Schilfbüsche gelegt, die mit alten gelbgrauen und ohne Ausnahme mit kleinen schwarzen, punktförmigen Pilzkolonien (irgend eine Art *Uredo* wahrscheinlich) besetzten Schilfblättern und Stengeln bedeckt sind. So werden die Eier, besonders von oben gesehen, woher ihnen durch Raubvögel, Raben u. s. w. die meiste Gefahr droht, als solche völlig unsichtbar.

Sehr eigentümlich verhalten sich die Eier der Lummen *(Uria troile)*. Ich habe hunderte unter den Händen gehabt, aber nirgends bedeutendere Farbenunterschiede, als zwischen ihnen stattfinden, beobachtet. Es giebt deren ganz dunkelgrüne mit grossen, häufig zusammenhängenden

Flatschen, die oft so zahlreich werden, dass das ganze Ei fast schwarz erscheint, andere sind bläulich, rötlich, ja fast weiss, und es ist charakteristisch, dass in der Regel die Flecke an Umfang und Zahl um so mehr abnehmen, je heller die Grundfarbe der Eier ist.

Früher war ich sehr geneigt, in diesen Erscheinungen besonders schlagende Beweise der Anpassung in der Färbung des Schutzes halber zu sehen. Ich dachte mir die Sache etwa so, dass eine hohe Klippe im Meere aus verschieden gefärbten, auf einander gelagerten, mannigfach abgebröckelten und ausgewitterten Gesteinschichten bestände, und dass jedes solches Felsenband von Individuen der Lumme bewohnt würde, deren Eier in der Farbe der Farbe des Gesteines entsprächen. Ich bin jetzt mehr als zweifelhaft geworden, ob diese Anschauung dem wahren Sachverhalt entspricht. Was sollte die Schutzfärbung nutzen? Die Lummen brüten in so grossen Gesellschaften und unter so auffallenden Umständen, dass der Wert einer Schutzfarbe durchaus illusorisch erscheinen muss. Welches Geschöpf soll auf jenen isolierten, oft unersteiglichen Klippen den Eiern nachstellen als etwa einmal eine räuberische Möve und der Mensch, und der letztere lässt sich in diesem Falle gewiss nicht täuschen. Der alte Pennant (von 1726 bis 1798) hat eine originelle Idee über die Bedeutung der unglaublichen Verschiedenheiten in der Farbe der Lummeneier, sowie in der der Seeschwalben und Möven. Er meint, die einzelnen Mütter könnten, ohne durch die Eier ihrer nistenden Nachbarschwestern irregeleitet zu werden, ihre eigenen Eier in der ungeheuern Masse an der Farbe erkennen und wiederfinden. —

Mit einigen Worten sei noch der Eier der Kuckucke gedacht. Wir wollen hierbei von denen unseres gemeinen Kuckucks ausgehen, der die grösste Mannigfaltigkeit in dieser Beziehung aufweist.

Die grosse Verschiedenheit der Eier unseres Kuckucks in der Farbe sind hinlänglich bekannt, ebenso bekannt dürfte es sein, dass es jetzt wohl feststeht, dass ein Kuckucksweibchen, wie alle Vogelweibchen, einen bestimmten, vom Lebensalter unabhängigen Typus der Eifarbe hat und nicht etwa verschieden gefärbte Eier, beeinflusst durch den Anblick der Eier des Wirtes (wieder jene laienhafte Hypothese vom Versehen!) legt, oder die gelegten Eier nach ihrer Färbung denjenigen Vögeln unterschiebt, zu welchen sie am besten passen.

Unser Kuckuck legt wunderbar kleine Eier im Verhältnis zu seiner Grösse, sodass sie denen der Wirte in dieser Hinsicht entsprechen, bei dem Strausskuckuck *(Coccystes plantarius)*, der in Ägypten zu Nebelkrähen, in Spanien und Algerien zu Elstern *(Pica varia* und *mauritanica)* legt, ist das nicht der Fall, bei ihm ist die Grösse der Eier der Grösse seines Körpers angemessen. Es fiel in diesem Falle, da der Vogel zu Rabenformen mit ansehnlichen Eiern legt, die Notwendigkeit einer Reduktion in der Grösse seiner Eier weg, und dasselbe ist der Fall mit einem ostindischen Kuckuck *(Eudynamis nigra)*, der bei zwei neben ihm vorkommenden Raben *(Corvus splendens* und viel seltener *culminatus)* schmarotzt. In der Färbung sind aber in beiden Fällen die Eier des Parasiten denen der Wirte ähnlich.

Diese beiden Kuckucksformen haben einen nur sehr kleinen Kreis (2 bis 3 Arten) von Vögeln, die sie mit

ihrer Nachkommenschaft beglücken. Bei unserem Kuckuck ist das nicht der Fall; man weiss, dass er seine Eier zu einer bedeutenden Anzahl von Arten (gegen 70!) einheimischer Vögel legt, von denen mir indessen einige als Wirte des Kuckucks recht zweifelhaft sind, vielleicht dass derselbe nur aus Not einmal in das Nest einer Ammer oder gar einer Elster (was man beobachtet haben will) legt, oder dass man eigene Eier des betreffenden Vogels, die durch irgend einen Zufall kleiner und anders gefärbt als die übrigen erschienen, was nicht so selten ist, für Kuckuckseier ansah. Bei unserem Kuckuck variieren auch die Eierrassen entsprechend in der Färbung, bei dem Strausskuckuck und der *Eudynamis nigra* nicht, so wenig wie bei dem indischen *Hierococcyx varius,* der zu den blauen Eiern des *Malacocercus terricolor* immer blaue Eier legt. Auch *Molothrus pecoris,* der nordamerikanische Kuhvogel, den manche Forscher zu den Finken, andere zu den Stärlingen stellen und der dieselben seltsamen parasitären Gewohnheiten wie viele Kuckucke hat, ist das Ei, wie bei unserem Kuckuck, zwar im Verhältnis zur Körpergrösse auffallend klein, aber in der Farbe nur in den Grenzen variabel, wie gefleckte Eier auch nicht schmarotzender Vögel überhaupt, obwohl er zu mindestens zehn verschiedenen Arten mit recht verschieden gefärbten Eiern legt.

Unser Kuckuck*) bildet gewissermassen Rassen, die sich nur nach der Eifarbe unterscheiden, im Korn aber gleich sind, und meist entspricht das Ei in der Färbung auch

*) Vergl. Näheres über die Eier des Kuckucks in: „Rey, E. Altes und Neues über den Haushalt des Kuckucks" in: W. Marshall, „Zoolog. Vorträge", Heft 11, Lpz. 1893.

den Eiern des Wirtes: in England und Lappland herrscht vielfach die blaueierige Rasse vor und legt zu den blauen Eiern der Heckenbraunelle *(Accentor modularis)*, in manchen Gegenden Deutschlands dominiert eine Rotkehlchen-, in anderen eine (graue) Bachstelzen-, in den dritten eine Neuntöter-Rasse u. s. w., — alle mit entsprechend gefärbten Eiern. Häufig genug aber legt ein Individuum dieser Rassen zu Vögeln, zu denen seine Eier eigentlich wenig passen. Weshalb? Es ist dazu gezwungen. Wir können uns denken, dass in irgend einer Gegend eine früher besonders häufige Art insektenfressender Vögel, an deren Gelege, eben ihrer grossen Häufigkeit wegen, angepasst sich eine entsprechende Lokalrasse des Kuckucks herangebildet hatte, seltener und seltener wird, wie es bewiesenermassen thatsächlich der Fall ist. Auf die Möglichkeit der Gegenwart der Kuckucke wirkten aber diese Einflüsse nicht in gleichem Grade beschränkend wie auf seine Wirte ein und sie mussten nun, wohl oder übel, zu anderen Vögeln beim Unterbringen ihrer Eier ihre Zuflucht nehmen. Hier in Leipzig ist die Neuntöter-Rasse des Kuckucks besonders häufig und unter den Neuntötern selbst ist die roteierige Rasse nicht selten. In der Reyschen Sammlung befinden sich 26 rote, mit Kuckuckseiern besetzte Neuntöter-Gelege, aber alle diese Eier entsprechen der grüneierigen Neuntöter-Rasse, ein der roteierigen entsprechendes wurde noch nicht gefunden. Das spricht wieder dafür, dass der Erythrismus der Neuntöter eine relativ moderne Erscheinung ist, die Kuckuckseier hatten noch nicht genügend Zeit, sich in ihrer Färbung entsprechend zu verändern.

Es liegt nahe in Anbetracht der auf das Mass der Grösse der Eier des Wirtes reduzierten Grösse der Kuckuckseier und ihrer entsprechend „sympathischen“ Färbung anzunehmen, dass man hier einen Fall von nachahmender Zuchtwahl, von Mimicry vor sich hätte, durch welche die rechtmässigen Inhaber eines Nestes getäuscht werden und das untergeschobene Ei für ein eigenes ansehen sollten. Kaum glaubhaft! Wenn der eiersammelnde Mensch das Ei des Parasiten sehr wohl von denen des Wirtes unterscheiden kann, so wird dieser das ganz gewiss erst recht vermögen, und es liegen, nicht bloss betreffs unseres Kuckucks, sondern auch des Kuhvogels, Beobachtungen genug vor, die beweisen, dass die Vögel genau über die Absichten eines vigilierenden hochschwangeren Kuckucksweibchens orientiert sind. Wenn sie das Ei dennoch ausbrüten und den anspruchsvollen jungen Kuckuck mit grosser Mühe dennoch grossfüttern, so liegt das tief in ihrer Natur begründet, die sie oft genug veranlasst die Sorge für die Nachkommenschaft anderer Vögel, sogar zu anderen Arten gehöriger mit zu übernehmen.

Ich neige mich immer mehr der Ansicht zu, dass die Ähnlichkeit der Kuckuckseier in Grösse und Färbung mit denen der Wirte nicht sowohl dazu dient, diese zu täuschen, als wie das Nest überhaupt weniger auffallend zu machen. Ein rein weisses Ei, etwa so gross wie das einer schwächeren Taubenrasse, zwischen den schützend grau gefärbten, weit kleineren der Bachstelze müsste geradezu provozierend wirken und die Blicke vieler Feinde, die sonst achtlos vorüber gelaufen oder geflogen wären, auf Nest und Gelege lenken.

Wie die Eier des Kuckucks ursprünglich gefärbt waren? Ich antworte unbedenklich: einfarbig, weiss oder hellblau. Weiss ist die typische Farbe der Eier bei den kuckucksartigen Vögeln, weisse Eier legt ein Kuckuck vom Kap mit parasitären Gewohnheiten *(Chrysococcyx auratus)* aber in die völlig überbauten, im Innern feindlichen Blicken nicht zugänglichen Nester der Kapmeise *(Parus capensis)* und eines Buschsängers *(Drymoica macrura)*; der Hahnkuckuck *(Geococcyx californicus)*, der Regenkuckuck *(Coccygus americanus)*, der Spornkuckuck *(Centropus)* legen in selbstverfertigte Nester weisse oder hellblaue Eier und die Madenhacker *(Crotophaga)*, obwohl mehrere Weibchen ein Nest zu benutzen pflegen, und die daher in gewissem Sinne einen Übergang zu den parasitischen Vögeln bilden, legen die erwähnten grünblauen Eier mit dem weissen, schwammigen Überzug. —

Vielleicht lässt sich der Farbe der Eier zusammen mit einigen anderen Eigentümlichkeiten ihrer Organisation auch noch eine teilweise andere Bedeutung zuschreiben, nämlich die, dass sie im Interesse des Wärmeschutzes thätig ist.

Dass das Wärmebedürfnis der Eier eine sehr grosse Rolle spielt und in mehr als einer Beziehung auf ihre Beschaffenheit von Einfluss ist, unterliegt keinem Zweifel. Schon der alte Steller bemerkt, dass die Eier der Wasservögel allgemein verhältnismässig grösser sind als die der Landvögel und meint, so könnten sie bei dem oft unterbrochenen Bebrüten länger die Wärme halten, und wenn sich die Mutter mit infolge des Schwimmens stark abgekühlter Unterseite auf dieselben setze, so würde sich die Wiedererwärmung dieser ohne Nachteil für die Eier vollziehen können.

Des Murs macht darauf aufmerksam, dass die Eier der Wasservögel mehr Eiweiss, das ein schlechter Wärmeleiter ist, enthalten als die der Landvögel, dass sie also, einmal erwärmt, die Wärme länger halten werden als diese. Vögel mit im Verhältnis zu ihrer Körpergrösse ansehnlichen Eiern bewohnen nach Mocquin-Tandon hauptsächlich kältere Gegenden und umgekehrt, und kleine Eier werden unter denselben Isothermen immer geschützter untergebracht, sei es in Höhlungen oder in dichten, weichen, warmen Nestern, als grosse. Wenn man zwei aus demselben Stoff bestehende Körper von gleicher Gestalt, aber verschiedener Grösse zu demselben Grad erwärmt und dann der nämlichen Abkühlung aussetzt, so wird sich nach Verlauf derselben Zeit der kleinere mehr abgekühlt haben als der grössere, und um so mehr, je kleiner er im Verhältnis zu diesem ist.

Bei den wenigsten Eiern liegt der Dotter genau in der Mitte, sondern immer mehr nach dem stumpfen Pole hin und um so mehr, je grösser der Unterschied zwischen beiden Polen ist. Auf der Mitte des Dotters aber legt sich die Keimscheibe an, und zwar mit ihrer Längsachse senkrecht zur Längsachse des Eies. Nun resorbieren bekanntlich dunkele Gegenstände mehr Wärmestrahlen als helle, es wäre daher für den keimenden Embryo, wenn der brütende Vogel am Tage, wo es wohl ausschliesslich stattfindet, seine offenliegenden Eier verlässt, am vorteilhaftesten, wenn das ganze Ei dunkel gefärbt wäre. Dazu scheint aber der Farbstoff im mütterlichen Organismus nur selten zu langen, doch genügt es, wenn das stumpfe Eiende, — das dem Embryo näher ist, auch bei der Lage, die ein spitzstumpfes Ei

im Neste oder auf der Niststelle, dem einfachen Erdboden (Strandläufer, Möven, Seeschwalben), zufolge seiner Gestalt annehmen muss, dem Licht sich zuwenden wird — dunkler ist, oder wenn, im Fall noch weniger dunkler Farbstoff produziert wurde, dieser als ein Äquatorialring über dem Embryo sich befindet, der beim Wenden des Eies immer wieder oben, dem Lichte zu, zu liegen kommt.

Es wäre sehr wichtig, die Farbenverteilung auf den Eiern einer weit verbreiteten Vogelart mit Rücksicht auf die klimatischen Verhältnisse, unter denen sie gelegt wurden, zu studieren. Auch in einem kleinen, aber an abwechselndem Terrain, an hohen Bergen, Seen, Flussauen, sumpfigen Niederungen, sandigen Heiden u. s. w. reichen Ländchen würde man wahrscheinlich schon wichtige Beobachtungen machen können.

Gloger erwähnt einmal (J. f. O. 1854, pag. 41), dass es Nachtigalleneier gäbe ohne Spur von Olivengrün, aber satt olivenbraun und „von doppelt so dunkler Färbung, wie in gewöhnlichen Fällen". Er führt aber leider nicht an, unter welchen Umständen, ob etwa auf besonders feuchtem Terrain, diese Gelege gefunden werden. Eine weitere Notiz giebt Graf Rödern (J. f. O. 1853, pag. 224) von den Eiern der grauen Grasmücke. Er beobachtete, dass dieselben nach dem Standorte des Nestes variieren. Solche mit grünlichen Eiern fand er nur auf feuchtem, bruchigem Terrain, und zwar dem Boden nahe oder ganz auf der Erde, zuweilen tief unten in einem Binsenbusche. Nester mit gelblichen Eiern wurden fast nur in Dornhecken, gewöhnlich an Fahrwegen (also auf trockenem Terrain), solche endlich mit olivenbräunlicher Grundfarbe

meist in trockenen, ausgedehnten, gewöhnlich etwas hoch gelegenen Buschstrecken und zwar vorzugsweise von Birkenholz gefunden.

Bevor ich das Kapitel der Färbung der Eier verlasse, möchte ich noch auf jene weiter oben erwähnte Thatsache zurückkommen, dass ab und zu sonst einfarbige Eier gefleckt erscheinen. Pässler meinte, wie wir erfuhren, das geschähe durch Blutungen im Eileiter infolge davon, dass die Eier für diesen unverhältnismässig gross wären. Das glaube ich nicht, ich glaube vielmehr, dass es sich in den meisten Fällen um Rückschläge handelt, die als bleibende Eigentümlichkeit an den Eiern gewisser weiblicher Vogelindividuen auftreten. —

Die Form der Eier ist (häufig selbst bei einer und derselben Art) sehr verschieden. Des Murs unterscheidet: la forme 1) sphérique, 2) ovulaire, 3) cylindrique (eine wenig glückliche Benennung, fusiforme, spindelförmig wäre besser; — Eier von *Colymbus, Podiceps* u. s. w.), 4) ovée, 5) oviconique (birnförmig, Strandläufer, Lummen) und 6) elliptique. Kutter teilt die Eier der Form nach ein in: 1) sphärische (Eulen), 2) stumpfelliptische (Tagraubvögel, Bienenfresser, Eisvögel, Jacaras *(Galbula)*, Tauben, Dickfüsse *(Oedicnemus)*, Wüstenläufer *(Cursorius)*, Brachschwalben *(Glareola)*, 3) spitzelliptische (Pelikan, Kormoran, Tölpel, Schlangenhalsvögel *(Plotus)*, Steissfüsse, 4) walzenförmige (Segler, Grossfusshühner), 5) kreiselförmige (Regenpfeifer, Kiebitze, Steinwälzer, Strandläufer, Schnepfen, Wasserläufer u. s. w. und endlich 6) eigentlich eiförmige (Sing- und Hühnervögel).

Man hat verschiedene Ursachen angegeben, welche die Gestalt der Vogeleier bestimmen sollen. So sollten gute Flieger länglichere, weniger gute stumpfere Eier haben; Kutter meint, als entferntere Bildungsbedingungen für die Eigestalt schienen Anpassungen an gewisse Teile des Knochengerüstes des jungen Vogels, — insbesondere an das Brustbein, — von Einfluss zu sein. Ich muss gestehen, dass ich, obwohl ich selber noch nicht klar in dieser Sache sehe, die Ansicht von Kutter nicht teilen kann. Unsere Haushühner, allerdings domestizierte Vögel, bei denen im männlichen und weiblichen Geschlecht im Skelettbau kein wesentlicher Unterschied ist, legen verschieden geformte Eier, die sich in zwei Rubriken bringen lassen: spitze und stumpfe.

Zu Aristoteles' Zeiten glaubte man in Griechenland, aus den stumpfen Hühnereiern kröchen Hähne, aus den spitzen Hennen. Umgekehrt singt Horaz:

> Longa quibus facies ovis erit illa memento,
> Ut succi melioris et ut magis alba rotundis
> Ponere: namque marem cohibent collosa vitellum,

und auch in Thüringen ist man im Volke der Ansicht, aus spitzen Hühnereiern gingen Hähne hervor. Bechstein, auf dessen erfahrenes Urteil ich in solchen Fragen besonders viel gebe, erklärt die Sache für ungewiss, während Geoffroy St. Hilaire nach Beobachtungen, die er im Jardin des plantes an Hühnern und Tauben gemacht haben will, behauptet, dass aus Eiern mit stumpfen Polen Weibchen schlüpften, Männchen hingegen aus solchen, deren Pole eine gewisse Zuspitzung zeigen.

Hardy (R. et M. Z. 1857, pag. 255) sagt, manche Vögel, wie Adler, Habichte, Möven, wilde Gänse, legten in der Gefangenschaft länglichere Eier als im wilden Zustande und schreibt das einer Senkung des Eileiters zu. Jene flüssige Kugel, die das Ei vor der Bildung der Schale ist, soll sich notwendiger Weise nach den anhaltenden Stellungen des Vogels richten. In einer elastischen Röhre, wie sie der Eileiter darstellt, müsste sie sich verlängern, wenn diese mehr horizontal zu liegen käme.

Mir scheinen verschiedene Faktoren die Eiform zu bestimmen: die Gestalt der mütterlichen Leibeshöhle, die Lage, die der Eileiter mit Inhalt durch andere ihm benachbarte Organe anzunehmen gezwungen ist, und bisweilen doch wohl auch die Farbe des Eies, wofür ich wieder auf die seltsame Thatsache hinweisen muss, dass es einfarbige helle Eier von Kreisel- oder Birnform nicht zu geben scheint. Es wäre ja möglich, dass solche Eier, die im Verhältnis zum Längsmesser einen bedeutenden Quermesser haben, länger im Eileiter verweilten als solche, bei denen das nicht der Fall ist.

Was die Grösse der Eier betrifft, so richtet sich dieselbe natürlich in erster Linie nach der Grösse des Vogels, dem sie angehören, aber auch nach dem Zustande, in dem die Jungen auskriechen: je vollkommener diese sind, desto grösser, und je unvollkommener, desto kleiner sind die Eier bei sonst gleichgrossen Vögeln. Dass der Kuckuck ein unverhältnismässig kleines Ei legt, wurde hervorgehoben, und er ist ein Nesthocker per excellence. Aber immer hält die Meinung, dass die Nesthocker kleine, die Nestflüchter grosse Eier legten, doch nicht Stich.

Erstens ist bei den meisten Vögeln das letzte Ei eines vollen Geleges fast immer etwas kleiner als die anderen, zweitens legen manche Vögel (z. B. der Schreiadler) zwei Eier, ein grösseres und ein kleineres, und ist das erstere vielleicht weiblich, das letztere männlich, entsprechend der Thatsache, dass bei den Raubvögeln das weibliche Geschlecht, dem die Hauptsorge für die Jungen, also besonders die Jagd, obliegt, kräftiger organisiert ist als das männliche. Die grösste Ausnahme aber von jener Regel bilden die Sturmvögel mit ihren sehr grossen Eiern, z. B. *Procellaria glacialis,* die bei einer Körperlänge von 50 cm Eier von 7·5 cm Länge hat, dabei aber von Anfang Mai bis Anfang Juli brütet, und deren Jungen erst Ende August flügge werden.

Domestizierte Vögel haben grössere Eier als die betreffende wilde Stammrasse: so messen dieselben bei der Wildente 50—55 mm und bei gleich grossen Hausenten 60—65 mm.

Über die Zahl der Eier, die ein Vogelweibchen produziert, belehrt uns am besten die folgende Liste*), und sei noch folgendes bemerkt: Die Eierzahl ist bei demselben Weibchen nicht das ganze Leben hindurch die nämliche: erstlegende produzieren eine geringere Anzahl, dann tritt eine Steigerung ein, mit dem höheren Alter aber wird die Fruchtbarkeit immer mehr reduziert. Auch ist bei solchen Vögeln, die jährlich normaler Weise mehrmals brüten, die Eierzahl in den späteren Gelegen geringer als im ersten und im allgemeinen sind Vögel in wärmeren

*) Nach Leuckart, in Wagners Handbuch d. Physiologie, Bd. 4, pag. 710.

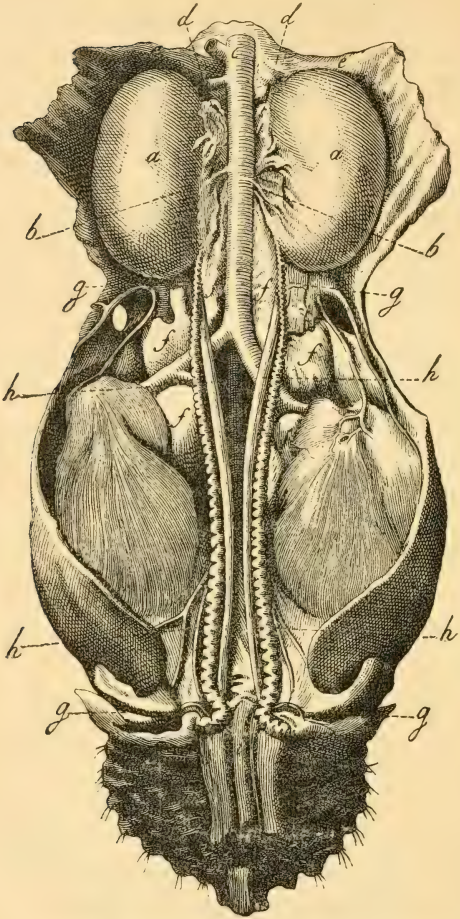
Ländern weniger fruchtbar als in kalten. Fleischfressende Vögel werden von Pflanzen- und Insektenfressern in der Menge der Nachkommen übertroffen, wie Plinius und Harvey schon wussten, und der letztere führt das sehr richtig darauf zurück, dass für jene der Erwerb der Nahrung viel schwieriger ist, und dass sie weniger Verfolgungen ausgesetzt sind. Denn je leichter ein Tier der Vernichtung anheimfällt, desto stärker muss es sich fortpflanzen, wenn die Erhaltung der Art nicht beeinträchtigt werden soll. Dass aber Vögel in wärmeren Ländern weniger fruchtbar sein können, liegt wohl darin, dass die Wahrscheinlichkeit, die Nachkommenschaft durch Unbill der Witterung zu verlieren, unter diesen Umständen viel geringer ist als bei Vögeln, die in kälteren, mehr dem Temperaturwechsel unterworfenen Gegenden brüten.

	Zahl der Bruten	Zahl der Eier		Zahl der Bruten	Zahl der Eier
Kondor	1	2	Krähe	1—2	3—6
Steinadler . . .	1	2—3	Dohle	1—2	4—7
Bussard	1	3—4	Elster	2	4—5
Jagdfalke	1	3—4	Holzhäher . . .	2	5—6
Taubenhabicht .	1	4	Star	2	5—7
Turmfalke . . .	1	5	Pirol	1	4—5
Zwergfalke . . .	1	5—6	Krammetsvogel.	1—2	5
Uhu	1	2—3	Bachstelze . . .	2	5—6
Zwergohreule . .	1	4—5	Rotschwänzchen	2	5—7
Aras	1	2	Grasmücke . . .	2	6—8
Amazone	1	3	Zaunkönig . . .	2	7—9
Sperlingspapagei	1	4	Goldhähnchen .	2	8—12
Kolkrabe	1	3—5	Bartmeise . . .	2	8—14

	Zahl der Bruten	Zahl der Eier
Goldammer . .	2	4—5
Kreuzschnabel .	2	3—5
Sperling	2—3	4—6
Grünling	2	5
Buchfink	2	5
Distelfink	2	4—6
Nachtschwalbe .	1	2
Turmschwalbe .	1	3—4
Hausschwalbe .	2—3	4—5
Schwarzspecht .	1	3—4
Buntspecht . . .	1	4—6
Wendehals . . .	1	6—9
Baumläufer . .	2	6—10
Strauss	?	12—18
(NB. Die Zahl der Bruten ist nicht sicher bekannt.)		
Trappe	1	3—4
Pfau	1	8—12
Perlhuhn	1	16—20
Goldfasan . . .	1	12—20
Haushuhn . . .	nach und nach bis über 100	
Auerhuhn . . .	1	8—12
Haselhuhn . . .	1	12—15

	Zahl der Bruten	Zahl der Eier
Rebhuhn	1	15—20
Wachtel	1	10—16
Holztaube . . .	2—3	2
Haustaube . . .	6—8	2
Kranich	1	2
Storch	1	2—4
Fischreiher . . .	1	3—4
Rohrdommel . .	1	4—6
Waldschnepfe .	1	4—5
Wasserhuhn . .	1	8—14
Schwan	1	4—6
Wildgans	1	6—8
Saatgans	1	9—12
Wildente	1	10—16
Hausente . . .	nach und nach bis 50	
Albatros	1	1
Möve	1	2
Seeschwalbe . .	1	3
Lumme	1	1
Seetaucher . . .	1	2
Steissfuss	1	3—5
Pinguine	1	1—2

In dem Bau der männlichen Geschlechtsorgane tritt eine etwas grössere Mannigfaltigkeit als in dem der weiblichen auf. Hoden finden sich meistens zwei, sehr selten nur einer, doch sind solche Fälle von Monorchie bei mehreren Vögeln gelegentlich als individuelle Variation, bei indischen Kuckucken, den Spornkuckucken *(Centropus)*,



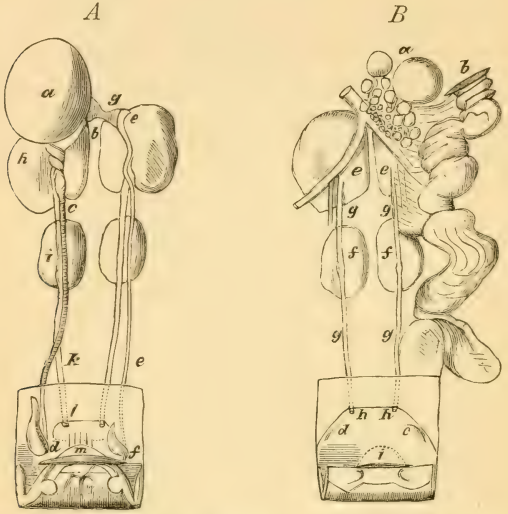
Die Geschlechtswerkzeuge eines Hahns.

a Hoden — *b* Samenschlagadern — *c* Die herabsteigende Hauptschlagader — *d* Die Nebennieren — *e* Unterster Teil der Lungen — *f* Die Niere — *g* Die Samenleiter — *h* Die Harnleiter — *i* Der Mastdarm. (Nach Tannenberg.)

als konstantes Verhalten beobachtet worden. Die Hoden liegen stets hoch oben in der Bauchhöhle, neben den Nieren und an den Seiten der Aorta, und zeigen in ihrer Grösse sehr schwankende, auf verschiedenen Ursachen beruhende Verhältnisse. Wir sehen, dass der Umfang der männlichen Keimdrüse nicht immer mit der Grösse des betreffenden Vogels gleichmässig entwickelt ist; so ist er bei den Meisen relativ grösser als bei den Falken, obwohl jene doch viel kleiner sind als diese, aber eine männliche Meise erzielt eine ungleich zahlreichere Nachkommenschaft als ein Falke. Auch bei den in Polygamie lebenden Vögeln sind die Hoden aus denselben Gründen weit ansehnlicher als bei den Monogamisten. Aber die Grösse dieser Organe schwankt ähnlich, wie wir es für den weiblichen Genitalapparat konstatieren konnten, ungemein nach der Jahreszeit und ist natürlich am bedeutendsten, wenn die Brunst eintritt. So sehen wir, dass sie im Dezember und Januar beim Sperlingshahn etwa so gross wie ein mässiger Stecknadelkopf sind. Anfangs März haben sie bis auf den Umfang einer Wicke zugenommen und Mitte April das Kaliber eines Rehpostens erreicht. Das wusste schon der alte Aristoteles und der ausgezeichnete Anatom Tiedemann sagt: „Die Hoden der Vögel blühen und verwelken alljährlich wie die Blüten der Pflanzen".

Häufig ist der linke Hoden, und das ist wieder eine Analogie mit der Entwickelung des weiblichen Geschlechtsapparates, viel grösser als der rechte, um so auffallender ist es, dass bei den Sporenkuckucken der letztere der übrigbleibende ist. Ihre Gestalt ist rund oder oval, häufig

individuell schwankend. Die Intensität ihrer Farbe richtet sich nach ihrer Grösse und schwankt mit dieser bei einem und demselben Vogel; sind sie klein, also leer, so



Geschlechtsorgane von *Centropus affinis* in natürl. Grösse.

A vom Männchen: *a* Der einzelne (rechte) Hoden — *b* Nebenhoden — *c* Rechter Samenleiter — *d* Dessen Mündungspapille — *e* Linker Samenleiter — *f* Dessen (kleinere) Mündungspapille — *g* Nebenniere — *h* Oberer, *i* unterer Nierenlappen — *k* Rechter Harnleiter — *l* Dessen Ausführungsöffnung — *m* Eingang zur *bursa Fabricii.*

B vom Weibchen: *a* Eierstock — *b* Trichteröffnung — *c* Kloakenöffnung des Eileiters — *d* Grube in der Wandung der Kloake, einzige Spur des rechten Eileiters — *e e* Obere, *f f* untere Nierenlappen — *g g* Harnleiter — *i* Eingang zur *bursa Fabricii.* (Nach Bernstein.)

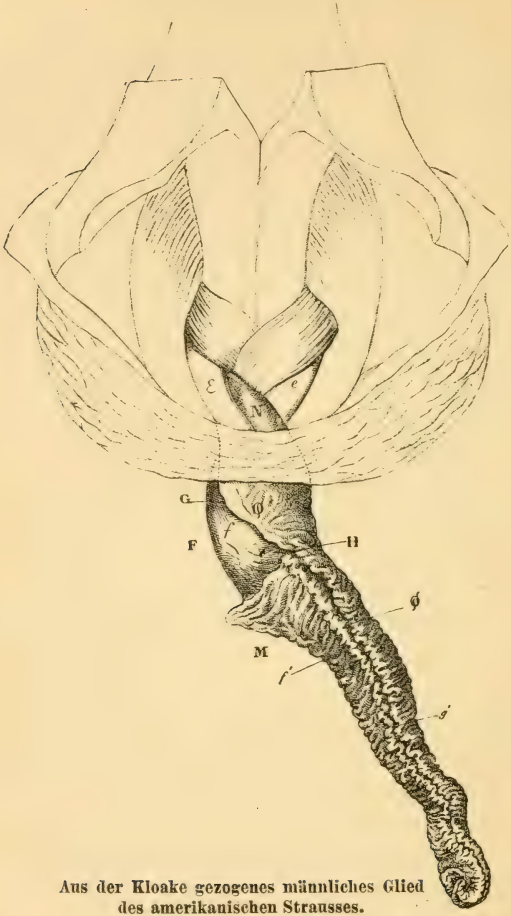
erscheinen sie orange, gelblich oder graulich, sind sie gross, also gefüllt, so werden sie infolge der durchschimmernden Samenmasse weiss.

Die Nebenhoden, die Reste der primordialen Niere, liegen am Ende der Hoden innig mit diesen verbunden und sind nur während der Begattungszeit deutlich; ihre Farbe differiert immer von der der Hoden, sie ist lebhafter gelb, bisweilen sogar grünlich.

Der sich nach unten erweiternde Samenleiter verläuft sanft geschlängelt ohne grosse Windungen neben dem Harnleiter und nimmt zur Brunstzeit an Dicke und Weite beträchtlich zu. Bei Hühnervögeln und Enten erweitert er sich vor dem Eintritt in die Kloake zu einer Art Samenbläschen. Häufig liegt am unteren Ende eine kleine rote Drüse von unbekannter Funktion, die man als Vorsteherdrüse bezeichnet hat. —

Der Begattungsapparat ist bei den meisten männlichen Vögeln nur gering entwickelt, indem die Samenleiter in der Kloake einfach auf kleine Papillen münden. Bei der Begattung drückt das Männchen seine Afteröffnung an die des Weibchens an, bei beiden sind dieselben durch die Erregung erweitert, der männliche Samen spritzt in die weibliche Kloake hinein und dringt durch selbständige Bewegung in den offenstehenden erigierten Eileiter.

Manche Vögel indessen, wie die Baumhühner (Hokkos), Trappen, Storch, Lamellirostren, der Strauss und die Kasuare haben eine vollständige Rute. Diese ist meist einfach, aber ziemlich lang und ist eigentlich nichts als eine sehr gefässreiche, sackartige Duplikatur der auskleidenden Haut der Kloake. In der Ruhe liegt sie durch die Elastizität eines besonderen Bandes passiv aufgerollt an der hinteren Wand der Kloake unterhalb der Mündung der Samenleiter. Dieses elastische Band ist erektil, d. h. es besitzt die Fähigkeit,



Aus der Kloake gezogenes männliches Glied des amerikanischen Strausses.

A Untere Seite des Mastdarms — *E E* Angewachsener Anfangsteil der fibrösen Körper der Rute — *E e* Fortsetzung dieser Körper, die sich trennen und über einander wegschieben, sodass beide ihre Lage wechseln und *e* unter *E* kommt — *F* Ende des festen Teiles des männl. Gliedes — *G* Rinne desselben — *f* und *φ* Deren Ränder — *H* Öffnung zu deren röhrigen oberen Teil — *M* Das umgestülpte Rohr des männl. Gliedes — *N* Dessen angewachsenes blindes Ende. (Nach Joh. Müller.)

durch Blutstauungen in einem sogenannten cavernösen Gewebe länger und härter zu werden, wobei es den aufgerollten Teil der Rute mithebt und so als wahrer Penis aus der Afteröffnung heraustreten kann. Auf der Oberfläche dieser Rute verläuft eine Rinne, die unterhalb der Papillen der Samenleiter beginnt, den bei der Begattung abgeschiedenen Samen hier auffängt und in die weibliche Afteröffnung überführt. Die Lamellirostren pflegen die Begattung halb unter Wasser zu vollziehen, indem das Männchen das Weibchen untertaucht. Etwas abweichend ist die Rute des Strausses gebaut, die sehr gross, kegelförmig, mit einer engen tiefen Rinne von der Wurzel bis zur Spitze versehen ist. Sie besteht aus zwei Körpern fibrösen Gewebes von etwas ungleicher Länge, unter denen ein gefässreicher Körper als medianer Längsvorsprung verläuft. Unter der Haut, die diesen ganzen Penis überzieht, finden sich ausserdem noch Schwellräume, d. h. Hohlräume des Gewebes, in denen sich bei geschlechtlicher Erregung Blut ansammelt. An diese Rute treten vom Becken kommend Muskeln, die teilweise als Heber, teilweise als Rückzieher wirken.

Samenkörper vom Kanarienvogel. (Nach v. la Valette St. George.)

Jene beweglichen Elemente des Samens, die wir als Samentierchen oder -Körperchen zu bezeichnen pflegen, besitzen bei den Vögeln einen sehr in die Länge gezogenen grossen vorderen

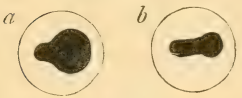
Abschnitt, den wir hier nicht mehr als Kopf bezeichnen können, sondern Körper nennen müssen. Bei einem Vogel, einem Hahn, wurden diese Samenkörperchen im August des Jahres 1677 von einem Leidener Studenten von Hammen aus Stettin entdeckt.

Nachträge und Zusätze.

Das Becken des afrikanischen Strausses. — Beim afrikanischen Strauss zeigt das Becken eine Reihe von Eigentümlichkeiten. Zunächst stehen seine Schambeine am hintern Ende nicht getrennt aus einander, sondern nähern sich bis zu dem Grade, dass sie durch eine mediane, fast scheibenförmige Symphyse mit einander verbunden sind. Die Beckenwirbel sind zahlreich (18) und verbinden sich z. T. gelenkig mit einander, indem der vordere Teil ihrer oberen Bogen sich mit seiner Basis auf den Körper des nächstvordern Wirbels auflegt.

Die Pupille des Schwarzspechts. — Ich schrieb (S. 151) allen Vögeln eine runde Pupille zu. Hin und wieder findet sich die Angabe, die der Nachtraubvögel sei aufrecht eiförmig. Ich habe das bei keiner Art bemerkt, obwohl ich vier lebend darauf untersuchte (Uhu, Schleiereule, Waldkauz und Steinkauz), wohl aber sah ich bei einem lebenden Schwarzspecht, der im hiesigen zoologischen Garten gehalten wird, im vorigen Herbst ein auffälliges Verhalten der Pupille. Dieselbe ist nämlich nicht rund, sondern quer birnförmig, das breitere Ende nach hinten

gerichtet. Das hintere Ende ist es, das verengert und erweitert wird, was man besonders schön bei diesem Vogel beobachten kann, dessen Iris kreideweiss ist. Ich habe leider seit Jahren keine Gelegenheit gehabt, andere Spechte lebend zu beobachten und, als ich in der Lage war, habe ich auf die Pupille nicht geachtet. Auch über die Pupille des Schwarzspechts finde ich in der Litteratur keine Angaben, obwohl jeder Beschreiber die weisse Regenbogenhaut hervorhebt. Ich kann kaum glauben, dass die merkwürdige Beschaffenheit der Pupille des Leipziger Exemplars von *Picus martius* auf individueller Variation beruht. Es liesse sich wohl denken, dass dadurch dem Vogel ein Sehen mit beiden Augen nach vorn ermöglicht würde, was andere Vögel nicht oder doch nur sehr unvollkommen können, das aber für einen Vogel mit der Lebensweise eines Spechtes nicht unwesentliche Vorteile haben würde.



Linke Pupille des Schwarzspechtes:

a im ausgedehnten, *b* im zusammengezogenen Zustande. Schwach vergrössert.

Das äussere Ohr des Auerhahns. — Es ist eine seit alters bekannte Thatsache, dass der Auerhahn während des Teiles seines Balzgesanges, den man das „Schleifen" nennt, völlig taub ist, so dass er, der sonst so scheue und vorsichtige Vogel, sogar auf ihn abgegebene Schüsse nicht vernimmt. Wie W. Wurm und besonders L. von Graff nachgewiesen haben, findet diese eigentümliche Erscheinung in der anatomischen Beschaffenheit der Umgebung des äusseren Ohres ihre genügende Erklärung. Der hintere Teil des Quadratbeins springt vorn als Platte in den äusseren Gehörgang des Vogels vor und teilt denselben

in einen äusseren und inneren Abschnitt. Nur der letztere liegt in den Knochen des Schädels, der erstere ist bloss von häutigen Elementen umgeben. Die Kommunikationsöffnung zwischen beiden Abschnitten ist durch den vorspringenden Hinterrand des Quadratbeins weit enger als die äussere Ohröffnung. Nun ist am Unterkiefer der hintere Muskelfortsatz des Unterschnabels *(processus angularis)*, an den sich der vom Hinterkopf entspringende Öffner des Schnabels ansetzt, entschieden im Verhältnis weit stärker als bei einem anderen Vogel entwickelt. Man war nun der Ansicht, dass dieser Fortsatz bei geöffnetem Schnabel, also bei in seinem, vor dem Quadratbein gelegenen Teile gesenktem, in dem dahinter befindlichen gehobenen Unterschnabel, in den äusseren Gehörgang vorspränge. Beim Schleifen öffnet der Auerhahn seinen Schnabel, und so lag die Hypothese sehr nahe, dass die Taubheit des Vogels bei dieser Gelegenheit durch den Muskelfortsatz des Unterschnabels zu stande käme.

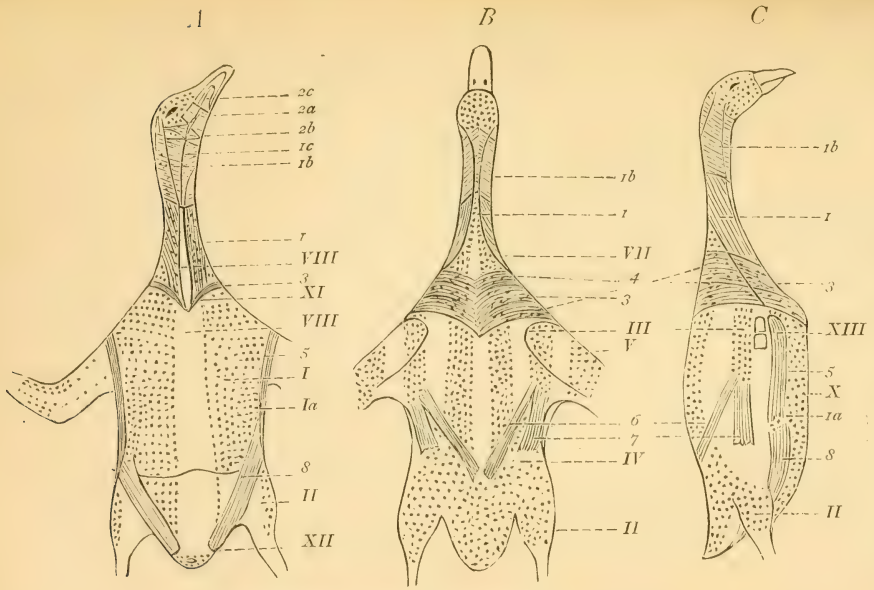
Nach von Graffs Untersuchungen springt indessen beim lebenden Auerhahn jener Fortsatz nicht weit genug in das Innere des Gehörgangs vor, um dasselbe abschliessen zu können, und er sucht für die notorische Taubheit des schleifenden Auerhahns eine andere Erklärung, die er in einer eigentümlichen, übrigens auch schon früher gekannten Hautfalte des Gehörgangs gefunden zu haben glaubt. Diese Hautfalte, die ähnlich auch beim Truthahn vorkommt, ist erektil und hängt im schlaffen Zustande als eine längliche Warze an der Hinterwand des Gehörganges. Am dicksten ist sie ziemlich genau gegenüber dem Trommelfelle, wo sie auch endet. Sie zieht sich

auf $^2/_5$ des ganzen Gehörgangs hin und verengt ihn auch in schlaffem Zustande nicht unwesentlich. In erigiertem Zustande wird sie, wie man aus Injektionspräparaten schliessen kann, den grössten Teil der innern Partie des Gehörgangs ausfüllen. Im Zustande höchster Erregung schwillt nicht bloss die Falte, sondern der grösste Teil der die Hinterwand des Gehörgangs auskleidenden Hautpartie. Von aussen betrachtet erscheint ein injiciertes Ohr völlig geschlossen, indem die Schwellfalte sich mit ihrem Vorderende wie eine Klappe an den Hinterrand des Quadratbeins anlegt. Zufolge seiner Untersuchung kommt von Graff zu dem Ergebnis, dass die Taubheit des Auerhahns während des Balzgesangs nichts mit dem *processus angularis* des Unterkiefers zu thun hat, sondern im wesentlichen auf die Erektion der Schwellfalte zurückzuführen ist. Bei der Auerhenne ist die Falte zwar auch vorhanden, aber wesentlich kleiner.

Über die Bedeutung dieser Vorrichtung versucht von Graff keine Erklärung zu geben. Die Sache ist aber jedenfalls sonderbar genug und erscheint auf den ersten Anblick als das, was Haeckel „dysteleologisch“ nennt, d. h. als nicht nur unnütz und überflüssig, sondern als direkt schädlich für den Vogel. Aber vielleicht ist dieser Erektionsapparat eine Art von, sagen wir „Sicherheitsventil“. Bei der beträchtlichen Erregung des Vogels und beim anhaltenden Schreien wird die Blutzufuhr zum Gehirn gesteigert sein (brünstig singende, im höchsten Grade geschlechtlich erregte Kanarienhähne werden nicht selten von einem Gehirnschlag getroffen) und einer lokalen Überfüllung seiner Gefässe vielleicht durch den Schwellapparat vorgebeugt werden.

Die Hautmuskulatur. — Die muskulösen Elemente, die mit der Haut bez. mit den Federn der Vögel in Verbindung treten, sind verschiedener Natur. Entweder sie wirken bloss auf die einzelnen Federn, oder auf ganze Fluren, und sie entspringen entweder von Knochen und inserieren in die Haut, oder sie entspringen auch in ihr und nicht von Knochen. An jede einzelne Konturfeder (mit Ausnahme der Schwung- und Steuerfedern) treten in der Regel vier Muskeln, und zwar von vier benachbarten Federn, oder richtiger von den Hautköchern, in denen sie wurzeln. Da aber die Federn im Quinkunx stehen, so bilden die Muskelbündelchen ein Netzwerk mit, je nach den Entfernungen der Federn von einander, quadratischen, rhombischen oder rechteckigen Maschen. In den Kreuzungspunkten des Netzwerks stehen die einzelnen Federn. Selten treten sechs Muskelchen an jede Feder, indem zwei weitere Bündelchen in der Diagonale des von den vier anderen Muskelchen gebildeten Vierecks verlaufen. In ihrem Umfang und in ihrer Stärke richten sich die Muskelchen nach der Arbeit, die sie zu verrichten haben, d. h. je grösser und schwerer die zu bewegenden Konturfedern sind, desto kräftiger sind jene entwickelt. Ihre Funktion ist antagonistisch: zwei von ihnen, die von vorn an die betr. Federn treten, richten sie auf, die beiden anderen, die von hinten, d. h. von der Richtung her, nach der die indifferente, ruhende Feder überhängt, kommen, ziehen sie nieder. Die Dunen sind nur in sehr seltenen Fällen *(Crex, Palamedea)* mit analogen Muskelchen ausgestattet.

Die eigentlichen Hautmuskeln finden sich nach Helm nicht in Verbindung mit allen einzelnen Fluren, sondern



Hautmuskulatur eines Schwimmvogels schematisch.

A Der Vogel von vorn, *B* von hinten, *C* von der Seite. (Nach Helm.)

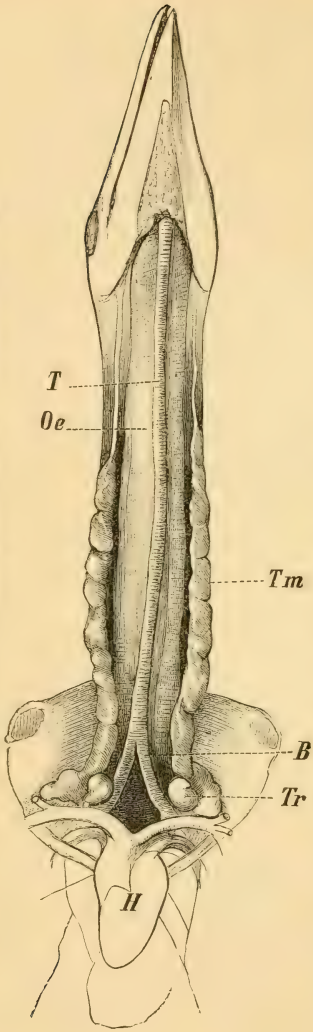
I Unterflur.
Ia Ast derselben.
II Lendenflur.
III Schulterflur.
IV Rückenflur.
V Flügelflur.
VI Seitenhalsrain.
VII Rückgratrain.
VIII Unterrain.
IX Rumpf.
X Brustbeinkamm.
XI Gabelbein.
XII Schambein.
XIII Flügel.
1 Unterhautmuskel des Halses *(Subcut. colli)*.
1b Zweite Schicht des Zusammenziehers des Halses *(Constrictor colli)*.
1c Deren Naht.
2a Vorderer } Teil des dreieckigen Kehlhautmuskels *(Triangul. juguli)*.
2b Hinterer }
2c Sehne dieses Muskels.
3 Hautgabelbeinmuskel *(Dermo-furcalis)*.
4 Haut-Dornfortsatzmuskel *(Dermo-spinalis)*.
5 Brust-Unterhautmuskel *(Subcut. thoracicus)*.
6 Haut-Darmbeinmuskel *(Dermo-iliacus)*.
7 Hinterer Armhaut-Spannmuskel *(Tensor cutis brachial. poster.)*.
8 Bauch-Unterhautmuskel *(Subcut. abdominalis)*.

nur mit der Rückgratsflur, der Unter-, Schulter- und Flügelflur, während sie an der Oberschenkel-, After- und Bürzelflur, sowie an der Schwanzflur zum grössten Teile fehlen. Die Steuerfedern werden von besonderen, vom Steissbeine kommenden Muskeln bewegt. Die Fluren, die der Muskulatur entbehren, sind meist verhältnismässig gering entwickelt, und der Vogel kann zu ihnen mit dem Schnabel bequem gelangen, um sie zu reinigen.

Die Blutdrüsen. — Als Blutdrüsen der Vögel, d. h. als solche Drüsen, die sich bei Bildung ihres Blutes beteiligen, dürfen wir wohl die Milz, die Thymus und die Schilddrüse bezeichnen.

Die Milz *(lien)* ist wohl bei allen Vögeln im Verhältnis zu ihrer Körpergrösse kleiner als bei gleichgrossen, bezw. gleichschweren Säugetieren. Das ist auffallend genug. Die moderne Physiologie nimmt an, die meisten Blutkörperchen würden fortwährend bei dem Menschen und den Säugetieren in dem Lymphgefässsystem, der Milz und dem Knochenmarke neu gebildet. Wie und wo geschieht diese Neubildung bei einem Vogel, sagen wir z. B. bei einem Pelikan oder Nashornvogel? Sein Lymphgefässsystem ist nicht stärker als bei einem entsprechend grossen Säugetier und eher geringer als bei einem gleichgrossen Reptil entwickelt, seine Milz ist klein und seine Knochen sind pneumatisch und marklos, und doch hat er in derselben Quantität Blut mehr rote Blutkörperchen als irgend ein Wirbeltier aus einer andern Klasse, muss also beständig weisse Blutkörperchen nachbilden, — aber wo? —

Was speziell die Milz angeht, so sagt schon der alte Tiedemann von ihr, aus ihrem verhältnismässig



Lage der Thymusdrüse *(Tm)* **beim jungen Storch.** (Nach Wiedersheim.)
Oe Speiseröhre — *T* Luftröhre — *B* Bronchien — *Tr* Schilddrüse — *H* Herz.

geringen Umfange und „aus den untergeordneten Gefässen, welche sie erhält, lässt sich schon schliessen, dass sie bei den Vögeln keine so bedeutende Funktion haben mag, als bei dem Menschen und bei den Säugetieren".

Ihre Gestalt ist sehr verschieden: rund, oval, wurst- und selbst lang wurmförmig und ganz entfernt verwandte Vogelformen können Milzen von ähnlicher und sehr nahe mit einander verwandte solche von höchst unähnlicher Gestalt haben. Ihre Farbe ist ein helleres oder dunkleres, bald mehr ins Bräunliche, bald mehr ins Bläuliche oder Violette ziehendes Rot, und sie ist sehr bedeutenden individuellen Schwankungen nach meinen Beobachtungen unterworfen, dürfte daher auch etwas sehr

Nebensächliches sein. Sie liegt neben dem Drüsenmagen, bald etwas mehr nach rechts, bald etwas weiter nach links. Bei Straussen und Kasuaren wurden Nebenmilzen mehrfach beobachtet.

Die Schilddrüse *(thyroidea)*, oder besser die Schilddrüsen sind zwei rundliche, sehr gefässreiche Körperchen, die ziemlich weit von einander getrennt rechts und links neben der Luftröhre, über oder unter ihren Gabelungsstellen, gelegen sind.

Ob die Thymus bei erwachsenen Vögeln immer nachweisbar ist, ist ungewiss. Bei jungen Tieren, namentlich bei langhalsigen, liegen zwei lange Stränge rechts und links von der Speiseröhre. In dem Masse, wie der Vogel älter wird, reduzieren sie sich von vorn nach hinten, bis sie fast oder völlig rudimentär werden.

Autoren-Register.

Albertus Magnus S. 402
Amory Jeffries 69. 156. 194
Aristoteles 437. 443

Baer, von 397
Barkow 99. 120
Barteleben 96
Bartlett 280
Baur 96
Beauregard 146. 151
Bechstein 437
Beddard 207
Behrens 29. 207
Bellinius 400
Berge 422
Bergmann 66. 118
Bert, Paul 145
Blasius 399
Blumenbach 144. 313. 338. 362
Boccius 340
Bonaparte 95
Borelli 59
Brehm 294
Breyer 8
Buffon 421

Campana 369
Carus, Gust. 405
Charbonnel-Salle 295
Claudius 297
Cornay 422
Coste 405
Cowper 96
Custos 319
Cuvier 22. 304

Dames 79. 172
Darwin 280
Darwin, Erasmus 421
Daudin 421
Davies 190. 248
Dönitz 18
Dorner 283
Duhamel 13
Duvernoy 289

Edmonson 311
Emmert 390

Fabricius von Aquapendente 324. 421
Fieuzal 145
Forbes 94. 325
Fraisse 278
Friedrich II., Kaiser 10
Fürbringer 11. 86

Gadow 281. 292. 293. 321
Garrod 266. 304. 316
Garrow 329
Gasch 379
Gegenbaur 126. 369
Gemminger 138
Geoffroy St. Hilaire 324. 437
Gerbe 422
Giebel 280
Glöden 403
Gloger 409. 422. 435
Gmelin 311
de Graaf, Reynier 324
Gundlach 409

Hammen, von 448
Hardy 438
Harting 111. 112
Harvey 440
Henle 341. 342
l'Herminier 300
Hofmann, Mauritius 336
Home, Ev. 144.
Horaz 437
Hunter, J. 294. 310
Huschke 145. 324
Huxley 55. 87. 91

Johnson 96
Jones 95
de Jonge 212

Kaup 193
Kossmann 209
Krukenberg 407
Kunz 422

Kutter 405 ff. 422. 436 ff.

Landois 398. 403. 408
Langer 91
Lapierre 421
Lemmius 13
Leuckart 66. 118. 136. 145. 398. 406
Leydig 138. 167. 170
Lichtenberg 315
Ludwig Ferdinand, Prinz von Bayern 277

Malpighi 258
Marsh 46. 79
Martin St. Ange 324
Meckel, A. 99. 268. 342. 398
Ménetries 311
Méry 370
Mihalkocs 145
Mocquin-Tandon 401. 422. 434
Morgagni 324
Morse 89
Müller, Joh. 346 ff.
Murie, J. 162
des Murs 422. 434

Nathusius 405. 407
Nitzsch 247. 306

Owen 144. 278

Pagenstecher 373
Pallas 424
Parker 40
Pässler 420. 436
Pennant 428
Perrault, Claude 141. 324
Petit 144
Phisalis 295
Plater, Felix 314
Plinius 440

Réaumur 312
Reichel 268
Reichenau, von 96
Redi 314
Rey 410 ff.
Rödern, Graf 435
Rosenberg 96
Rosenthal 138

Samuel 261
Sappey 369
Sclater 54
Schulze, E. F. 361
Seidlitz 422
Selenka 367
Shuffield 87
Sinetys, de 264
Sowerby 407
Spallanzani 312, 331
Stannius 301
Steller 433
Stenson oder Stenonis, Nil 133
Stieda 119. 325
Strasser 367
Sundevall 240. 245
Swammerdam 314

Taschenberg jr. 407
Teichmann 295
Thienemann 421
Tiedemann 290. 298. 300. 311. 324. 377. 443
Treviranus 144

Viallani 304

Weinland 282
Wenckebach 327
Wiese 412
Wirsung 336
Wray 240. 245
Wunderlich 346 ff.
Wyman 89.

Sach-Register.

Acetabularwirbel S. 21
Aderhaut des Auges 140
After 329
Afterschaft 217
ala membranacea 246
ala spuria 247
alula 247
aorta 381
apterae 224
aquinkubital 244
Ararot 225
Armschwingen 241
Atemmechanismus 32
Atmungswerkzeuge 339
Atlas 16
Augen 132

Backentaschen 264
Bänder 99
basihyale 271
Bauchspeicheldrüse 336
Becken 79
Beckeninneres 83
Beckenwirbel 20
Begattungsapparat, männlicher 445
Biliverdin 407
Blinddärme 321
Blut 375
Bronchien 358
Bronchiophone Vögel 346
Bronchio-tracheophone Vögel 347
Brustbein 33
Brustbeinrippe 31
Brutflecke 165
bursa Fabricii 324
Burzeldrüse 209

cartilago cricoïdea 340
cera, ceroma 168
Chalazen 396
chorda dorsalis 25
Cnemialfortsatz 88
Contourfedern 220
conus elasticus 340
coracoideum 58
Coriosulfurin 195

Darmbeine 80
Darmkanal 318
Deckfedern 243
digitales 243
Dinosaurier 20
diploë 43
Dorkinghühner 96
Dotter 392
Drüsenmagen 297
Dunen 221
Dünndarm 319

Eckflügel 247
Eier 392
Eierstock 390
Eileiter 394
Eischale 399
Eiweissband 395
Eizähne 176
Elle 66
Ellenbogengelenk 66
entoglossum 271
Entwickelung der Federn 249 ff.
epiglottis 339
episternum 37
Epitrichialschicht 248
Erythrismus der Eier 411
Extremitäten, hintere 79
Extremität, vordere 57

Fächer im Vogelauge 141
Fadenfedern 222
Falte, halbmondförmige 349
Farbe der Eier 405 ff.
Farben der Federn 224. 225
Farbenverteilung auf den einzelnen Federn 236
Federentwickelung 249 ff.
Federfarben 225
Federfluren 224
Federfollikel 256
Federn 216

Federraine 224
Federscheide 251
Feilkerben 176
filoplumae 222
Finger 69
Fledermäuse, Flughaut 239
Flügelspannhaut 65
Flügelsporn 207
Flugsaum 246
Flugunfähigkeit 72
Form der Eier 436
furcula 58
Fussbildung 198
Fusswurzelknochen 88

Gabelknochen 58
Galle 336
Gallenblase 334
Gaumendrüsen 268
Geckonen 26
Gefieder 215
Gehirn 123
Gehörorgan 129
Gelenkpfanne 83
Geruchsorgan 126
Geschlechtswerkzeuge 385
Geschmacksorgan 129
Gewölle 330
Glanz der Federn 230
Glashaut 141
Glaskörper 141
Gliedmassen 57

Hagelschnüre 396
Hakenfortsätze 28
Halbdunen 222
Halsrippen 16
Halswirbel 15
hamulus costae 28
Hand 68
Handgelenk 66
Handschwingen 241
Handwurzelknochen 68
Harn 389
Harnkanäle 387
Harnleiter 387
Harnwerkzeuge 385
Haut und Hautgebilde 156
Hautdrüsen 209
Hautkropf 293
Heber, Färbung 238
Herz 376 ff.
Herzklappen 381
hilus des Eierstocks 390
Hirnhöhle 56
Hochzeitskleid 261
Hoden 441
Hornhaut des Auges 139
humero-scapulare, os 63
Hungern, Fähigkeit zu 330

Ichthyosauren 26
interclaviculare 37
iris 149
isthmus 394

Kamm im Vogelauge 141
Kämme am Kopfe 160 ff.
Kehldeckel 339
Kehlkopf, oberer 339 ff.
Kehlkopf, unterer 346 ff.
Kehlsäcke 265
Keimbläschen 393
Keimschicht 393
Kleinhirn 126
Kloake 322
Kniescheibe 89
Kolbenkörperchen, nervöse 208
Kopfzierate 160 ff.
Kot 330
Krokodile 30
Kropf 292

Labyrinth (unterer Kehlkopf) 350
Länge des Darmkanals 319.
larynx 339 ff.
Laufbein 89
Lebensbaum 126
Leber 333
Legedarm 394
ligamentum albuminis 395
ligamentum suspensorium 25
Linse 148
Luftröhre 342 ff.
Luftsäcke 363
Lungen 358 ff.
Magenverdauung 311
marsupium 141
Mauser 260
mediodigitales 243
Melanismus der Eier 409
meniscus 25
mesovarium 390
metacarpalia 243
Metallschimmer der Federn 230
Monorchie 441
Mundhöhle 264
Mundwinkeldrüse 267
musculi intermedii 309
musculi laterales 309
Muskelmagen 302
Muskulatur 101—118.
Muskulatur des oberen Kehlkopfes 342
Muskulatur des unteren Kehlkopfes 352
Muskulatur der Zunge 286

Nabel der Feder 256
Nasenöffnung, äussere 54
Nebenfeder 217
Nebenhoden 445
Nebenmagen 317
Nervensystem 118—126
Nickhaut 133
Nieren 385

Oberarm 65
Oberhaut der Eischale 405
Oberschenkelbein 85
Odontornithen 46. 173
Ohr, äusseres 131
Oocyan 407
Oorhodin 407
os sternocostale 31
ostium laryngis 339

parapteron 247
patagium 65. 246
Pauke 350
Paukenhaut, innere 348
äussere 349
Paukenhöhle 53
pecten 141
Pentadactylie 96

Peyersche Plaques 320
Pflugscharknochen 22
Pförtner 317
Picosulfin 226
Plesiosauren 26
plumae 221
Pneumatizität 10
praedigitales 243
processus uncinati 28
proventriculus 297
Pterodactylier, Flughaut 239
pterylae 224
Puderdunen 222
pulpa 249
Pupille 151
Pygostyl 22
pylorus 317
Pyramiden 387

quinkubital 244

Rabenschnabelbein 58
Regenbogenhaut 149
remex 243
remiculus 243
retina 152
rima glottis 339
Ringknorpel 340
Rippen 26. 28
Rückenmark 119
Rute, männliche 445

Samenleiter 445
Samentierchen 447
Schädel 38. 39
Schale der Eier 399
Schalenhaut 398
Scheide 394
sclera, sclerotica 137
Schienbein 86
Schläfengrube 53
Schlagader, grosse 381
Schleimschicht 248
Schlundkropf 293
Schnabel 167
Schnabelhebung 51
Schulterblatt 58
Schulterfedern 247
Schwammschicht der Eischale 404
Schwanzwirbel 22
Schwimmhäute 199
Schwingen erster und zweiter Ordnung 241
Sehhaut 152
Seitenmuskeln 309
semiplumae 222
septum syringis 347
Singmuskeln 356
Sinnesorgane 126—155
Sinus rhomboidalis 121
Sitzbeine 81
Sitzen der Hocker 116
Skelett 9—100
Sklerotikalring 137
Speiche 66
Speiseröhre 291
spongiosa 12
Sporn 196
Stäbchen der Retina 152
stroma 390
Steg 347
syrinx 346 ff.

Tapanieren 232
tarsometatarsus 89
Tastkörperchen des Schnabels 170
tectrices 243
Tetraoerythrin 225
Thränennasenbeingrube 55
thyrohyale 273
tibia 87
tibiotarsus 88
Tonsillen 268
tracheophone Vögel 349
Trichter des Eileiters 394
Trituration 315
Turacin 225
Turakoverdin 226

umbiculus 256
Umfärbung, künstliche der Federn 232
Unterkieferdrüsen 267
Unterzungensack der Trappe 265
urohyale 272
Uterindrüsen 399
uterus 394

Vagina 394
Venen 384
ventriculus succenturiatus 298
ventriculus carnosus 302
Verdauungsorgane 264
Vitellin 393
Vormagen 297
Vor-Schambein 81

Wachshaut 168
Wadenbein 86
Wärmeschutz bei Eiern 433
Wimpern, der Augen 134
Windeier 393
Winterkleid 261
Wirbel 14
Wirbelsäule 15
Wirbelzahl 14
Wundernetze 384

Zahl der Eier 439 ff.
Zähne 170
Zapfen der Retina 152
Zehen 93
Zehennägel 195
Zirkulationsapparat 375 ff.
Zooërythrin 225
Zoomelanin 225
Zoorubin 225
Zoosulvin 226
Zooxanthin 225
Zunge 272. 274
Zungenbein 271
Zungendrüsen 267
Zungendrüschen 277
Zungenmuskulatur 286
Zwerchfell 362
Zwischenmuskeln 309.

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

Verlag von J. J. Weber in Leipzig.

Einführung in das Studium der

Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers.

Unter Mitwirkung von

Dr. C. Apstein, Fr. Borcherding, S. Clessin, Prof. Dr. F. A. Forel, Prof. Dr. A. Gruber, Prof. Dr. P. Kramer, Prof. Dr. F. Ludwig, Dr. W. Migula, Dr. L. H. Plate, Dr. E. Schmidt-Schwedt, Dr. A. Seligo, Dr. J. Vosseler, Dr. W. Weltner und Prof. Dr. Fr. Zschokke

herausgegeben von

Dr. Otto Zacharias,

Direktor der Biologischen Station am Grossen Plöner See.

Zwei Bände.

Mit 130 in den Text gedruckten Abbildungen.

Preis 24 Mark; in Halbfranzband 30 Mark.

Inhalt:

Erster Band.

Allgem. Biologie eines Süsswassersees.
Die Algen.
Zur Biologie der phanerogamischen Süsswasserflora.
Ein Wurzelfüsser des Süsswassers in Bau und Lebenserscheinungen.
Die Flagellaten (Geisselträger).
Die Süsswasserschwämme.
Die Strudelwürmer (Turbellaria).
Die Rädertiere (Rotatoria).
Die Krebsfauna unserer Gewässer.

Zweiter Band.

Die Hydrachniden (Wassermilben).
Kerfe u. Kerflarven des süssen Wassers.
Die Mollusken des Süsswassers.
Die deutschen Süsswasserfische und ihre Lebensverhältnisse.
Die Parasiten unserer Süsswasserfische.
Die quantitative Bestimmung d. Plankton im Süsswasser.
Die Fauna des Süsswassers in ihren Beziehungen zu der des Meeres.
Über die wissenschaftlichen Aufgaben biologischer Süsswasser-Stationen.
Das Tierleben auf Flussinseln und am Ufer der Flüsse und Seen.

Wer die oben angegebenen Namen der Zacharias'schen Mitarbeiter liest, der wird schon von vornherein von der Gediegenheit der Arbeiten dieser Männer überzeugt sein, und nach dem Studium der bisher veröffentlichten Einzelarbeiten wird er seine Erwartungen durchaus bestätigt finden. Was das Buch sein will, besagt schon der Titel: Eine Einführung in das Studium der Lebewelt des Süsswassers. Es ist nicht nur bestimmt für den Zoologen und Botaniker, welcher sich über irgend eine Tier- und Pflanzengruppe unsrer heimischen Gewässer schnell und sicher unterrichten will, sondern es ist auch berechnet für alle nur einigermassen vorgebildeten Freunde der Natur, welche einen sicheren Führer wünschen bei ihrem Eindringen in die Vielgestaltigkeit und die interessanten biologischen Verhältnisse der Wasserorganismen.

Verlag von J. J. Weber in Leipzig.

Das Tierleben der Alpenwelt.

Naturansichten und Tierzeichnungen aus dem schweiz. Gebirge

von **Dr. Fr. v. Tschudi.**

Elfte, durchgesehene Auflage.

Herausgegeben von **Prof. Dr. C. Keller.**

Mit Tschudis Porträt in Stahlstich und 27 Illustrationen von E. Rittmeyer und W. Georgy.

Preis 7 Mark 50 Pf.: in Original-Leinenband 9 Mark.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

Erster Teil.

Die freilebende Tierwelt.

Erster Kreis. Die Bergregion.
(800—1300 m ü. M.)

Allgemeine Charakteristik der Bergregion. — Das Pflanzenleben der Bergregion. — Das niedere Tierleben. — Die montane Vogelwelt. — Die Vierfüsser des untern Gebirges.

Biographien und Tierzeichnungen.

Die Honigbiene in der Bergregion. — Die Bachforelle. — Die Nattern im Gebirge. — Die Wasseramsel. — Das Haselwild. — Die Urhühner. — Der Uhu. — Die Schlafmäuse und ihr Leben. — Eichhörnchen und Berghasen. — Die Dachse. — Die wilden Katzen.

Zweiter Kreis. Die Alpenregion.
(1300—2300 m ü. M.)

Allgemeiner Charakter der Alpenregion. — Die Alpenpflanzenwelt. — Die niedere Tierwelt der Alpen. — Die höheren Alpentiere.

Biographien und Tierzeichnungen.

Die Giftschlangen der Alpen. — Die Steinhühner. — Die Birkhühner. — Die Steinadler. — Der Lämmergeier. — Die Alpenhasen. — Die Gemsen. — Die Luchse. — Die Füchse im Gebirge. — Die Wölfe der Schweizeralpen. — Die Bären.

Dritter Kreis. Die Schneeregion.
(2300—4500 m ü. M.)

Die Bodenverhältnisse der Schneezone. — Schneegrenze und Gebirgstrümmer. — Firn und Gletscher. — Pflanzenleben der Schneewelt. — Allgemeine Umrisse des niederen Tierlebens. — Die Schneetiere.

Biographien und Tierzeichnungen.

Die Schneefinken. — Alpenschneehühner. — Die Stein- und Schneekrähen. — Die Schneemaus. — Die Alpenmurmeltiere. — Die Steinböcke der Zentralalpen.

Zweiter Teil.

Die zahmen Tiere der Alpen.

Das Alpenrindvieh. — Die Ziegen des Hochgebirgs. — Die Bergschafe. — Die Pferde. — Die Hunde im Gebirge.

Das vorzüglich illustrierte und von Professor Keller in Zürich neu revidierte Werk giebt in edelster, nie aber übertriebener Sprache eine wahrhaft klassische Schilderung der mächtigen Alpenwelt. Das Buch bietet eine wundervolle Lektüre und sollte ein treuer Hausfreund jedes Alpenfahrers sein.

Zeitschrift des deutschen und österr. Alpenvereins.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00315254 3
nhbird QL697.M36
Der Bau der V?ogel /